

Maarit Jokinen

# TUOTANNON JÄTTEIDEN LAJITTELUN TEHOSTAMINEN

Vaikutus yrityksen energia- ja  
sekajätekustannuksiin

Opinnäytetyö  
Ympäristötekniologia

2020



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Maarit Jokinen	Insinööri (AMK)	Helmikuu 2020
<b>Opinnäytetyön nimi</b>		
Tuotannon jätteiden lajittelun tehostaminen. Vaikutus yrityksen energia- ja sekajätekustannuksiin		40 sivua 4 liitesivua
<b>Toimeksiantaja</b>		
Anonyymi		
<b>Ohjaaja</b>		
Liisa Routaharju		
<b>Tiivistelmä</b>		
<p>Kiertotalouden mukainen toiminta edellyttää mm. materiaalien säilyttämistä kierrossa mahdollisimman pitkään. Elintarviketeollisuus käyttää toiminnassaan uusiutumattomista luonnonvaroista valmistettuja tuotteita sekä tuottaa runsaasti erilaisia jätteitä. Tässä opinnäytetyössä haluttiin selvittää erään elintarvikealan toimijan tuotannon energia- ja sekajätteiden lajittelun tehostamisen vaikutuksia niiden jätehuoltokustannuksiin. Lisäksi kartoitettiin toimeksiantajan jätehuoltokustannusten muuttumista vuosina 2016–2018. Toimija koki yhdeksi ongelmallisimmaksi jätemateriaaliksi myyntipakkauksissa käytettävän kalvomuovin. Opinnäytetyössä haluttiin selvittää, olisiko sitä mahdollista kierrättää.</p>		
<p>Työn käytännön toteutus tapahtui syksyllä 2019, jolloin tuotanto-osastoilla havainnoitiin muodostuvien energia- ja sekajätteiden määrää sekä laatua kuuden työvuoron ajan. Osastojen jätteet punnittiin, ja niistä lajiteltiin kalvomuovi, muu mahdollisesti kierrätettävä muovi sekä muu materiaali. Mikäli jätteiden seassa oli lajiteltavaa jätettä, ne kirjattiin ylös. Materiaali jätehuollon kustannusmuutoksen selvittämiseksi saatiin toimeksiantajan ympäristömitarit-tietokannasta.</p>		
<p>Havainnointi vahvisti oletuksen, että toimeksiantajan tuotannossa syntyy runsaasti muovijätettä, erityisesti kalvomuovia. Sen osuus energiajätteestä oli yli puolet. Sekajätteen päätyi eniten bio- ja suolijätettä, yhteensä 50 % koko sen määrästä. Lajittelun tehostamisen vaikutuksista jätekustannuksiin tehtiin laskelmia, joiden perusteella energiajättekustannuksissa voidaan saavuttaa vuositasolla enimmillään noin 2 800 €:n säästö. Jatkossa kannattaisi selvittää lajittelun tehostamisen vaikutusta jätehuollon kustannuksiin niin, että niissä huomioidaan kokonaisvaltaisesti toimeksiantajan jätehuoltokustannuksiin vaikuttavat tekijät.</p>		
<p>Energia- ja sekajätekustannusten muuttumista vuosina 2016–2018 kartoitettaessa laskelmissa huomioitiin myös vastaavat jätemäärät. Energiajättemäärässä voitiin havaita laskeva suuntaus vuodesta 2016 alkaen, kun sekajätteen määrässä tapahtui vastaava muutos vuodesta 2017 alkaen. Molempien jätelajien kustannukset kasvoivat vuonna 2017 ja alenivat vuonna 2018 jäaden kuitenkin vuoden 2016 tasosta.</p>		
<p>Kalvomuovia ei voida kierrättää nykyteknologialla tehokkaasti, joten se tulee hyödyntää energiana. Sen sijaan esimerkiksi tuotannon suursäkkejä ja PE-LD-suojamuoveja olisi mahdollista kierrättää. Myös tuotannon jätteiden lajittelua olisi mahdollista tehostaa nykyisessä toimintaympäristössä.</p>		
<b>Asiasanat</b>		
elintarviketuotanto, jätehierarkia, jätehuolto, lajittelu, muovi		

Author (authors)	Degree	Time
Maarit Jokinen	Bachelor of Engineering	March 2020
<b>Thesis title</b>		40 pages 4 pages of appendices
The effect of improved sorting of energy and mixed waste on waste management costs		
<b>Commissioned by</b>		
Anonymous		
<b>Supervisor</b>		
Liisa Routaharju		
<b>Abstract</b>		
<p>In order to meet circular economy's expectations one should keep raw material in use as long as possible. Food industry produces a lot of waste, especially plastic. The main objective of this thesis was to study a food production company's energy and mixed waste and the possibility to save money in waste costs by more efficient waste sorting. The other two objectives were to examine both the changes in the commissioner's energy and mixed waste cost between 2016–2018 and the possibility of recycling film plastic which is a problematic material.</p> <p>The study was carried out in the autumn 2019 by observing the production department's energy and mixed waste amounts and quality of six shifts. After that, the waste was weighted and then sorted. The material for examining waste cost changes was obtained from the company's information database.</p> <p>The thesis showed that a significant amount of waste was generated in food production. Over 50 % of energy waste was film plastic. Because recycling film plastic isn't cost efficient, it is utilized in energy production. Cost calculations showed a potential for savings up to EUR 2 800 in energy waste costs per year. In future studies waste costs should be calculated more comprehensively.</p>		
<b>Keywords</b>		
food production, waste hierarchy, waste management, sorting, plastic		

# SISÄLLYS

SELITYSLUETTELO.....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 TAUSTAA OPINNÄYTETYÖLLE .....	8
2.1 Toimeksiantajan esittely .....	8
2.2 Jätteiden käsittelyä koskeva lainsäädäntö .....	8
2.3 Elintarviketeollisuuden jätteet .....	10
2.4 Muovin käyttö elintarviketeollisuudessa .....	10
2.5 Muovijätteen määrä Suomessa ja Euroopan unionissa .....	12
2.6 Muovijätteen kierrätys ja sille asetut kierrätystavoitteet .....	12
2.7 Toimeksiantajan jätehuollon järjestäminen .....	14
3 MENETELMÄT .....	16
3.1 Tutkimusmenetelmän valinta ja aineiston keruu .....	16
3.2 Energia- ja sekajätteiden havainnointi .....	16
3.2.1 Työturvallisuus .....	18
3.2.2 Vaakojen toimintakunnon tarkastus .....	18
3.3 Jätteiden kerääminen, punnitseminen, läpikäyminen ja hävittäminen .....	19
3.4 Havainnointiaikana muodostuneiden energia- ja sekajättemäärien laskeminen ....	21
3.5 Tehokkaamman lajittelun kustannusvaikutusten laskeminen .....	22
3.6 Selvitys energia- ja sekajätekustannusten muuttumisesta vuosina 2016–2018 ...	24
4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	25
4.1 Havainnointiaikana muodostuneet energia- ja sekajätteet.....	25
4.2 Lajittelun tehostamisen arvioidut vaikutukset energia- ja sekajätekustannuksiin ..	29
4.3 Toimeksiantajan jätehuollon kustannuskehitys 2016–2018 .....	30
5 POHDINTA .....	32
6 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	35
LÄHTEET .....	36
KUVALUETTELO	

## TAULUKKOLUETTELO

### LIITTEET

Liite 1. Käytettyjen vaakojen tekniset tiedot

Liite 2. Erilaisia materiaali- ja painotietoja

Liite 3. Jätteiden lajittelukriteeristö

Liite 4. Esimerkkikooste energia- ja sekajätteiden kirjaamisesta ja erittelystä

## SELITYSLUETTELO

Tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan

**Jätteellä** materiaalia tai tuotetta, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä tai on velvollinen poistamaan sen käytöstä.

**Jätteen kierrätyksellä** jätteen prosessoimista tuotteeksi, materiaaliksi tai raaka-aineeksi alkuperäiseen tai muuhun tarkoitukseen.

**Jätteen hyödyntämisellä** jätteen hyötykäyttöä esimerkiksi energiana tai jätteellä korvaamista kyseiseen tarkoitukseen käytettäviä aineita tai esineitä.

**Jätteen uusiokäytöllä** jätteen kierrätystä takaisin tuotannon raaka-aineeksi.

**Syntypaikkalajittelulla** jätteen lajittelua sen syntypaikalla.

**Tuottajavastuulla** tuotteiden valmistajien, pakkausten käyttäjien sekä niiden maahantuojien velvollisuutta järjestää markkinoille päätyneiden tuotteiden jätehuolto kustannuksellaan, kun tuotteet poistetaan käytöstä. Tuottajavastuu koskee yrityksiä, joiden liikevaihto on yli miljoona euroa.

**Uudelleenkäytöllä** tuotteen tai sen osan käyttämistä uudelleen alkuperäiseen tarkoitukseen.

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään erään elintarvikealan toimijan tuotannossa muodostuvan energia- ja sekajätteen määrää sekä sitä, millainen vaikutus niiden lajittelun tehostamisella olisi energia- ja sekajätteistä aiheutuviin jätehuoltokustannuksiin. Lisäksi kartoitetaan toimeksiantajan energia- ja sekajättemääriä sekä niistä aiheutuneita kustannuksia vuosina 2016–2018. Toimeksiantajan tuotantolaitoksen kaikki osastot eivät olleet mukana selvityksessä eikä työssä tarkastella muuta tuotannon jätettä, kuten jätevettä tai pahvi- ja biojätettä.

Opinnäytetyön toimeksiantajan päätoimiala on liha- ja siipikarjatuotteiden valmistus. Toimija kokee yhdeksi ongelmallisimmaksi jätemateriaaliksi myyntipakkauksissa käytettävän kalvomuovin. Kysymyksessä on monikerrosmuovi, joka yrityksen nykyisen jäteohjeistuksen mukaan lajitellaan energiajätteeseen. Käytäntö ei vastaa yrityksen tavoitetta toimia kiertotalouden periaatteiden mukaisesti, jolloin materiaali säilyisi kierrossa mahdollisimman pitkään. Opinnäytetyössä halutaankin selvittää myös kalvomuovijätteen kierrätettävyyttä. Toimeksiantaja haluaa pysyä nimettömänä, joten siitä käytetään opinnäytetyössä ilmaisu toimeksiantaja.

Pakkaus- ja rakennusteollisuus ovat suurimmat muoveja toiminnassaan hyödyntävät teollisuudenalat Suomessa ja Euroopassa (Plastics Europe 2019, 20). Elintarviketeollisuudessa ruoan pakkaamiseen ja sen suojaamiseen tuotantoprosessien aikana sekä myös työntekijöiden suojavaatetuksessa käytetään paljon uusiutumattomista luonnonvaroista valmistettuja materiaaleja, kuten muoveja. Tuotannossa syntyy myös muita jätteitä, esimerkiksi bio- ja pahvijätettä. Vuonna 2017 elintarvike-, juoma- ja tupakkateollisuuden kokonaisjättemäärä oli lähes 600 miljoonaa kiloa (Suomen virallinen tilasto 2019).

Yritysten velvollisuudesta huolehtia niiden toiminnassa syntyneistä jätteistä säädetään useissa Euroopan unionin sekä kansallisissa laeissa ja säädöksissä. Esimerkiksi ympäristönsuojelulaissa (527/2014) ja jätelaissa (646/2011) säädetään mm. velvollisuudesta ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseen, luonnonvarojen kestävästä käytöstä sekä jätteen määrän vähentämisestä. Sillä, onko yritysten toiminnassa muodostuva pakkausjäte tuottajavastuun alaista, on merkitystä yrityksen jätehuoltokustannusten muodostumiselle.

## **2 TAUSTAA OPINNÄYTETYÖLLE**

### **2.1 Toimeksiantajan esittely**

Yhtiön vuosikertomuksen mukaan sillä on tuotantolaitoksia Suomen lisäksi mm. Pohjois- ja Baltian maissa sekä tuotteiden vientiä noin 50 maahan. Tuotantolaitoksessa, jossa opinnäytetyö tehtiin, ei ole teurastustoimintaa, vaan raaka-aineet valmistettaviin tuotteisiin tulevat yrityksen muilta laitoksilta. Toimeksiantajan ympäristölupahakemuksen mukaan tehtaassa valmistetaan vuosittain erilaisia jauheliha- ja paneroituja tuotteita sekä lihavalmisteita maksimissaan 22 miljoonaa kiloa.

Yhtiön vuosikertomuksessa linjataan, että sen tavoitteena on noudattaa toiminnassaan mahdollisimman kattavasti kiertotalouden periaatteita. Toimija panostaa esimerkiksi materiaalitehokkuuteen – tuotekehityksellisin keinoin pyritään saamaan kestäviä pakkausinnovaatioita ja jätehuollossa noudatetaan etusijajärjestystä. Lisäksi vuosikertomuksessa kerrotaan yhtiön toimintaa ohjaavista erilaisista kansallisista ja kansainvälisistä standardeista, kuten vastuullisuusraportointia ohjeistavasta GRI-standardista (Global Reporting Initiative). Yrityksellä on maailmanlaajuisesti yhteensä 17 toimipistettä, joista 15:llä on ympäristöjärjestelmästandardi ISO 14 001:n mukainen, sertifioitu ympäristöjärjestelmä.

### **2.2 Jätteiden käsittelyä koskeva lainsäädäntö**

Ympäristösuojelulain (527/2014) 1 §:ssä säädetään lain tavoitteista, joilla pyritään mm. ehkäisemään ympäristön pilaantumista, edistämään kestäväää kehitystä ja luonnonvarojen käyttöä sekä vähentämään jättemäärää.

Jätelain (646/2011) 1–2 §:ssä säädetään mm. jätteiden ja jätehuollon haitallisten vaikutusten ehkäisemisestä terveydelle ja ympäristölle. Ympäristönsuojelulain tapaan myös jätelain tarkoituksena on edistää luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Lakia sovelletaan kokonaisvaltaisesti jätteisiin liittyen sekä jätteitä synnyttäviin tuotteisiin ja toimintoihin. Saman lain 8 §:n 1–2 mom. säädetään yleisestä velvollisuudesta noudattaa kaikessa toiminnassa etusijajärjestystä kuvassa 1 esitetyn mukaisesti.





Kuva 1. Jätteen etusijajärjestys (Telaketju s.a).

Jätteen syntymistä ja haitallisuutta tulee ensisijaisesti pyrkiä välttämään. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulee pyrkiä materiaalin uusiokäyttöön ja vasta tämän jälkeen sen kierrättämiseen esimerkiksi uusiomateriaaleissa. Jättemateriaalin hyödyntäminen esimerkiksi energiana sekä jätteen loppukäsittely ovat jätehierarkia-ajattelun mukaan viimeisimmät vaihtoehdot.

Jätelain 8 §:n 2 mom. säädetään, että toimijan, jonka tuotannossa muodostuu jätettä, tulee pitää etusijajärjestystä sitovana velvoitteena. Saman lain 9 §:ssä säädetään tuotteen valmistajan ja jakelijan huolehtimisvelvollisuudesta sekä materiaalitehokkuudesta – valmistuksessa tulee käyttää esimerkiksi säästeliäästi raaka-aineita ja että siinä syntyy jätettä mahdollisimman vähän. Saman lain pykälissä 46 ja 48 säädetään tuottajavastuusta, jonka mukaisesti tuottajalla on velvollisuus järjestää jätehuolto kotimaan markkinoille saatetuille pakkauksille sekä vastata sen kustannuksista.

Valtioneuvoston asetuksessa pakkauksista ja pakkausjätteistä (518/2014) 1 §:ssä säädetään mm. pakkausmateriaaleista ja niiden uusiokäytöstä, kierrättämisestä sekä jätehuollon järjestämisestä. Saman asetuksen 8 §:n 2 mom. kohdassa 2 c) säädetään tuottajan velvollisuudesta huolehtia esimerkiksi muovijätteen erilliskeräämisestä vuoden 2020 alusta niin, että sen kierrättämän muovijätteen määrä suhteessa sen markkinoille laskemien pakkausten mää-

rään on minimissään 22 painoprosenttia. Saman asetuksen liitteessä 2 säädetään pakkauksille asetuista perusvaatimuksista, kuten paino- ja kokorajoituksista, tuotesuunnittelusta ja hyödynnettävyydestä.

### **2.3 Elintarviketeollisuuden jätteet**

Suomen virallisen tilaston (2019) mukaan vuonna 2017 kotitalouksien ja eri toimialojen kokonaisjättemäärä oli 117 069 miljoonaa kiloa, josta elintarvike-, juoma- ja tupakkateollisuuden osuus oli 597 miljoonaa kiloa. Muovi- ja kumijätettä oli kokonaisjättemäärästä 108 miljoonaa kiloa ja siitä hyödynnettiin joko energiana tai materiaalina 106 miljoonaa kiloa. Hellman & Simolan (2016, 17) mukaan elintarviketeollisuuden osuus Suomen kaikista teollisuusjätteistä vuonna 2015 oli noin 8 %, jonka merkittävimmän osan muodostivat kasvi- ja eläinkunnan jätteet.

Liha- ja siipikarjatuotteiden valmistuksessa muodostuvat jätteet liittyvät eläinten teurastukseen, ruhojen ja siitä irrotettujen osien prosessointiin, tuotteiden valmistamiseen sekä pakkaamiseen. Teollisuudessa muodostuvasta pakkausjätteestä lähes 50 % on paperia ja pahvia. Muuta teollisuuden pakkausjätettä ovat mm. kuormalavat, lasi ja metalli sekä erilaiset muovit. (Jäteluokitusopas 2005, 23–25, 147.)

Nikanderin (2019) mukaan teollisuuden jätteiden polttaminen rajoittaa kotimaisten jätteidenpolttolaitosten vastaanotto- ja käsittelykapasiteettia, jolloin sekajätettä lähetetään ulkomaille prosessoitavaksi. Jätteen lajittelun tehostamisella voitaisiin vähentää sekajätteeksi päätyvän materiaalin määrää ja laatua. Sekajäte ei myöskään ole hyvä polttoaine mm. sen sisältämän eloperäisen materiaalin kosteuden vuoksi. (Nygren 2019.)

### **2.4 Muovin käyttö elintarviketeollisuudessa**

Muovilla on monia etuja elintarviketeollisuuden pakkausmateriaalina. Se on kevyttä ja siitä voi valmistaa pakkauksia erilaisiin tarpeisiin. Muovi myös suojaa elintarvikkeita sekä pidentää niiden käyttöikää vähentäen ruokahävikin syntymistä. (Plastics Europe 2018, 13.) Elintarvikepakkauksissa hyödynnetään ns. barrier-kerroksia, jotka mahdollistavat pakkauksen tietyntyyliset ominaisuudet esimerkiksi happea vastaan (Suomen uusiomuovi Oy 2018, 27).

Muoveja valmistetaan alkuperältään vaihtelevista raaka-aineista – uusiutumattomista (raakaöljy, kaasu jne.) ja uusiutuvista (sokeriruoko, tärkkelys, kasviöljyt jne.) ja jopa mineraaleista, kuten suoloista. (Plastics Europe 2019, 12.) Muovit voidaan jaotella niiden ominaisuuksien perusteella teknisiin, valta- ja erikoismuoveihin sekä amorfisiin ja kiteisiin muoveihin, mutta myös muokattavuuden perusteella kesto- ja kertamuoveihin (Muoviteollisuus ry s.a). Kestomuoveja voidaan muokata uudelleen toistamalla lämmitys-jäähdytysyyskylejä. Kertamuovien kemiallinen rakenne muuttuu lämmitettäessä, joten niitä ei ole mahdollista muokata uudelleen kestopuovien tapaan. (Plastics Europe 2019, 12.)

Maailmanlaajuisesti suurimman pakkausmuovijätteen luokan muodostavat valtamuovit, kuten polyeteeni (PE), -propeeni (PP) ja -styreeni (PS). Elintarviketeollisuudessa käytettävät muovit kuuluvat pääsääntöisesti valtamuoveihin, joista valmistettavat kalvot ja rasiat ovat edullisia valmistuskustannuksiltaan. Näitä muovilaatuja ovat esimerkiksi erilaiset polyeteenin variaatiot, kuten matalatiheyksinen polyeteeni (PE-LD) ja korkeatiheyksinen polyeteeni (PE-HD), joista ensin mainittu on yleisimmin maailmassa käytetty muovityyppi. (Järvelä & Järvelä 2015, 9–11, 33; Muoviteollisuus ry s.a.)

Yrityksen pakkausasiantuntijan mukaan sen myyntipakkauksissa käytettävä muovi on pääsääntöisesti monikerroskalvoa. Osa tuotteista pakataan PP- tai A-PET (amorfinen polyeteenitereftalaatti) –rasioihin, joissa niissäkin kansiosan muodostaa monikerroskalvo. Raaka-aineita, tuotemassoja ja valmisteita suojataan tuotannon eri vaiheissa PE-HD- ja PE-LD-muovikalvoilla, jotka kiinnitetään säilytysastioihin muovipannoilla. Toiminnassa käytettäviä suolimateriaaleja ovat selluloosa ja muovi.

Elintarviketeollisuuden pakkausmuoveja voi olla mahdollista korvata tulevaisuudessa biopohjaisilla materiaaleilla, jotka on tuotettu eloperäisistä raaka-aineista, kuten puusta, kalasta ja jopa teurasjätteistä. Biopohjaiset materiaalit voivat olla biohajoavia tai ei-biohajoavia. (Latokartano 2019; Tariq 2013, 9, 30.)

## **2.5 Muovijätteen määrä Suomessa ja Euroopan unionissa**

Suomessa ja Euroopassa pakkaus- ja rakennusteollisuus ovat suurimmat muoveja toiminnassaan hyödyntävät teollisuudenalat (Plastics Europe 2019, 20). Yli puolet kaikesta jätemuovista Euroopan unionin alueella muodostuu pakkausmuovista (Littner & Frerejean 2015). Hammond (2007) ja Johansson (2007) odottavat muovin käytön sekä muovijätteen määrän kasvavan tulevaisuudessa johtuen mm. kotitalouksien henkilömäärien pienemisestä, ruokien yksittäismyyntipakkausten lisääntymisestä sekä muovin uusien käyttökohteiden löytymisestä (Eskelinen ym. 2016, 10–11).

Euroopan komission (2018) mukaan muovijätettä muodostuu EU:n alueella joka vuosi noin 26 miljoonaa tonnia. Euroopan komissio (2011) arvioi muovijättemäärän olevan vuonna 2020 unionin alueella on lähes 35 miljoonaa tonnia, kun Wurpel ym. (2011) ennustavat globaalin muovintuotannon kasvavan 150 %. Moliis ym. (2009) ja Salmenperä ym. (2018) ovat arvioineet Suomen muovijätteen määrän muodostumisen muutosta ns. IPAT-mallin avulla, jonka perusteella on laadittu erilaisia ennusteita muovijättemäärille. Näissä kaikissa ennusteissa muovijätteen määrä kasvaa vuoteen 2030 mennessä jopa 32 %. Plastic zero –hankkeen esittämä kasvuarvio vuoteen 2025 mennessä on noin 20 %. (Eskelinen ym. 2016, 14, 16–18.)

## **2.6 Muovijätteen kierrätys ja sille asetut kierrätystavoitteet**

Pakkausmuoveilla on tiettyjä ominaisuuksia, jotka sekä edistävät että hankaloittavat niiden kierrätystä. Pakkausmuoveissa käytettyjen lisäaineiden ja muovityyppien määrät ovat verrattain pieniä. Toisaalta pakkausmuovit muodostuvat usein monista kerroksista ja niissä on runsaasti tekstiä sekä kuvia. (Järvelä & Järvelä 2015, 33–34.) Myös Eskelinen ym. (2016, 4) tekemän selvityksen mukaan muovien kierrättäminen on koettu haasteelliseksi lukuisien muovilaatujen, puutteellisen puhtauden ja niissä käytettävien lisäaineiden takia. Muovien kierrätys on usein taloudellisesti kannattavampaa kuin uusiokäyttö johtuen muovijätteen keräys- ja puhdistuskustannuksista.

Muovien puhtausasteet voidaan jakaa (Järvelä & Järvelä 2015, 32–33) mukaan kolmeen eri kategoriaan 1) täysin puhdas muovi, joka vastaa neitseellistä, kau-

pallista muovia. Tällaisia ovat esimerkiksi käyttämättömät tuotteet sekä tuotannossa syntyvät sivuvirrat, 2) puhdas muovi, joka muodostuu saman perusmuovin eri tyypeistä. Tällainen muovi saattaa sisältää jonkin verran pienimolekyyllisiä epäpuhtauksia, kuten ilmaa ja 3) pinnaltaan likaiset tai eri muovilajien sekoitukset uusiomateriaalissa tai useista muovilajeista tuotetut hyödykkeet.

Toimeksiantajan sijaintipaikkakunnan jätehuoltoyhtiö on yksi Suomen Uusiomuovi Oy:n vastaanottotermiinaaleista. Ympäristölupa edellyttää toimeksiantajan noudattavan toiminnassaan paikallisen jätehuoltoyhtiön lajitteluohjeistuksia. Suomen Uusiomuovi Oy:n ohjeessa "Käytetyt muovipakkaukset yrityksissä" (2019) muovijätteen lajittelussa tulee huomioida mm. seuraavaa:

- ✓ ainoastaan tyhjen ja puhtaiden pakkausten kierrätys on turvallista, joten erilliskeräykseen ei saa laittaa esimerkiksi vaarallisia pesuaineita sisältäviä säiliöitä;
- ✓ yrityspakkausten käsittelyssä voi olla toimija- ja muovilajikohtaisia eroja, joten paikkakuntakohtainen ohjeistus tulee varmistaa vastaanottotermiinalista;
- ✓ syntypaikkalajittelu on tärkeää, joten esimerkiksi selkeään ohjeistukseen ja perehdytykseen tulee kiinnittää huomiota sekä
- ✓ lajiteltu pakkausjäte saa sisältää ainoastaan yhtä muovilajia.

Sekamuovin kierrätys on hankalaa nykYTEknologioilla (Peltola 2019). Monia muovilajeja sisältävien muovien mekaaninen erottaminen on lähes mahdotonta. Kemiallinen kierrätys mahdollistaa muovien erottelemisen alkuperäisiksi lähtöaineiksi, mutta se vaatii paljon mm. taloudellisia resursseja. (Suomen Uusiomuovi Oy s.a.) Suomessa lajitellaan tällä hetkellä muovit PE-LD, PE-HD, PP ja PET. Lisäksi muovijätteestä erotellaan tietyin rajoituksin sekamuovia. Ellen MacArthur Foundationin (2017) mukaan 30 % muovipakkauksista jää kierrättämättä tai uusiokäyttämättä ilman niiden perusteellista uudistamista innovaatioiden kautta (Suomen Uusiomuovi Oy 2018, 10, 13.) Kotimainen Wimao on perustanut vuonna 2018 pilottilaitoksen, joka mahdollistaa sekamuovien ja muiden vaikeasti kierrätettävien materiaalien hyödyntämisen (Wimao s.a).

Elintarviketeollisuudessa tuotevaihtojen ja testiajojen yhteydessä syntyvä pakkausmuovi on tuotantohylkyä eikä kuulu tuottajavastuun alaisuuteen. Edellinen ei vaikuta muovin kierrätettävyyteen, mutta pakkausmuovin tuottaja tulee järjestää kierrättäminen itse eikä se voi hyödyntää siinä esimerkiksi yritysten tuottajavastuun toteuttamisesta vastaavaa tuottajayhteisöä. (Laitinen 2020.)

Vuonna 2015 tehdyssä diplomityössä selvitettiin elintarvikealan yrityksen jätehuoltoa sekä mahdollisuuksia sen kehittämiseksi toimijan kahdella eri tuotantolaitoksella. Työssä saatujen tulosten perusteella muovijakeiden erilliskeräystä olisi taloudellisesti kannattavaa toteuttaa polyeteenin eri variaatioille, kuten PE-HD ja PE-LD/LLD, sekä sekamuoveihin lukeutuvalle monikerrosmuoville. Jälkimmäisen muovilajin erilliskeräyksellä olisi mahdollista saavuttaa vuositasolla jopa 3 350 €:n säästö. Kustannuslaskelmissa huomioitiin esimerkiksi muovipuristimen vuokraamisesta aiheutuva menoerä. (Rinta-Homi 2015, 66–67.)

Ympäristöministeriön ja Ekokem Oy:n projektissa 2015 selvitettiin orgaanisia epäpuhtauksia sisältävien kalvomuovien puhdistamista ja kierrätettävyyttä. Materiaali tutkimusta varten saatiin maatalouden ja turvealan toimijoilta. Näillä aloilla yleisimmin käytettävät kalvot valmistetaan polyeteenistä. Projektissa tutkitut muovilaadut olivat PE-LD ja PE-LLD. Selvityksen mukaan muovikalvot saatiin puhdistettua riittävästi pesuprosesseilla niin, että niistä voitiin valmistaa laadukasta granulaattia uusiomateriaaliksi. (Lehtonen ym. 2015, 4, 26, 37–38.)

Muovipakkausten kierrätysaste Suomessa vuonna 2017 oli noin 27 % (Suomen Uusiomuovi Oy 2018, 6). EU on asettanut pakkauksia ja pakkausjätteitä koskevassa direktiivissä (EU) 2018/852 muovin kierrätystavoitteeksi vuoteen 2030 mennessä 55 % (Plastics Europe 2019, 35). Tavoitteen saavuttamista on pyritty edistämään unionin muovistrategialla, jonka mukaisesti kaikkien unionin markkina-alueella olevien muovisten pakkausten tulee olla joko monikäyttöisiä tai kierrätettävyydeltään vaivattomia. Suomessa ympäristöministeriön alaisuudessa valmistellulla muovitiekartalla on haluttu vahvistaa EU:n muovistrategian toteutumista. Tiekartassa on selvitetty keinoja muovijätteen määrän pienentämiseksi esimerkiksi tuotesuunnittelun, innovaatioiden ja kokonaisvaltaisempien jätehuoltotoimenpiteiden avulla. (Muovitiekartta 2018, 6, 14, 24.)

## **2.7 Toimeksiantajan jätehuollon järjestäminen**

Toimeksiantajan ohjaajan mukaan jätehuollon hallinnosta, kuten jätehuoltosopimuksista, raportoinnista ja laskutuksesta, vastaa erillinen jätealan yritys. Varsinaisesta jätteiden keräämisestä ja niiden toimittamisesta käsiteltäviksi huolehtivat sopimusyritykset. Jätesopimukset päivitetään kahden vuoden välein.

Toiminnassa syntyviä jätemääriä seurataan ja ne kirjataan kuukausittain ympäristömittarit-tietokantaan ympäristöluvan ja organisaation ympäristöjärjestelmässä määritetyillä tavoilla.

Toimeksiantajan ympäristöluvan muutoshakemuksen päätöksen lupamääräyksessä 6 määrätään mm. toiminnan jätemääristä ja jätteiden lajittelusta yrityksen sijaintipaikkakunnan jätehuoltomääräysten mukaisesti. Saman päätöksen lupamääräyksessä 8 määrätään, että pakkausmateriaalien tulee noudattaa VNA:n (518/2014) liitteen 2 perusvaatimuksia.

Yrityksen tuotantotiloissa on värikoodattuja jäteastioita ja -pusseja, joihin työntekijät lajittelevat jätteet taulukossa 1 esitetyn ohjeistuksen mukaisesti. Lisäksi tuotanto-osastolle johtavissa sulkutiloissa on ohjeet energiajätteeseen lajiteltavista materiaaleista (taulukko 2). Osastojen ja sulkutilojen jätteet toimitetaan jätehuoneeseen, jossa on puristimet energia-, pahvi- ja sekajätteille. Jätejakeet päätyvät puristamisen jälkeen vaihtolavoille, joihin on liitetty hälytysjärjestelmä. Jätelavan täytyttyä jätteenkuljetusyritys saa siitä hälytyksen ja toimittaa sen edelleen jätehuolto-yhtiöön käsiteltäväksi.

Taulukko 1. Toimeksiantajan nykyiset ohjeistukset energia- ja sekajätteen lajittelemiseksi.

ENERGIAJÄTE			SEKAJÄTE
SAA LAITTA	EI SAA LAITTA		Laitetaan muuhun kierrätykseen kelpaamaton jäte
<b>Polttokelpoinen muovi</b> (karkkipussit, suojakalvot, kanisterit, ämpärit, naiton, vaahtomuovi, styroksi)	PVC-muovia (03) tai sekamuovia (07)	Metallia, lasia, keramiikkaa, kiviä, hiekkaa	PVC-muovi
<b>Kertakäyttöiset suojapäähineet</b>	Mätkää jätettä	Palonsuoja-aineilla käsiteltyjä tuotteita	Siivous- ja rakennusjäte
<b>Paperi ja pahvi</b> (karkkiaskit ja likaiset paperi/kartonkikeräykseen kelpaamattomat)	Kyllästettyä puuta, vaarallista jätettä	Tekstiilejä, kumia, nahkaa	Keramiikka ja posliini
<b>Puu</b> (lankut, kuormalavat, vanerit, lastulevyt, MDF-levyt, puupuru)	Hygieniatuotteita Lasi- tai mineraalivillaa	Alumiinia, fluoria, teflonia Kattohuopaa, kipsilevyä	Märät pahvit ja muovit
			Tekstiilit
			Myös sellainen lasi-, metalli-, biojäte, jolle ei ole erilliskeräystä

Taulukko 2. Tuotanto-osastolle johtavan sulkutilan energiajäteohjeistus.

ENERGIAJÄTE	
Kertakäyttökäsineet, -myssyt ja -esiliinat	Luonnonkumikäsineet (esim. oranssi)
Kertakäyttöhihansuojat, kengänsuojat	Vettynyt tai muovitetu pahvi
Likaantuneet ja puhtaat:	Tarrat, styroksi
* pakkauskalvot ja käsineet	Muovikanisterit tai -laatikot
* lavojen suojamuovit	Kertakäyttöastiat
* allashuput sekä muoviset vanteet	Käsiptyyhepaperit

Toimeksiantajan nykyiset jäteohjeistukset eivät edistä kiertotalouden toteutusta sen toiminnassa. Niissä annetaan ristiriitaisia lajitteluohjeita esimerkiksi sekamuoville (07), joita suuri osa myyntipakkauksista on. Taulukon 1 perusteella sitä ei saa laittaa energiajätteeseen, kun taas taulukon 2 mukaisesti sekamuovi tulee lajitella energiajätteeseen. Sijaintipaikkakunnan jätteidenkäsittelyohjeissa sekamuovi ohjeistetaan laittamaan energiajätteeseen.

### 3 MENETELMÄT

#### 3.1 Tutkimusmenetelmän valinta ja aineiston keruu

Jotta toimeksiantajan energia- ja sekajätteiden lajittelun tehostamisen kustannusvaikutuksia voitiin selvittää, tuli sen toiminnassa muodostuvien energia- ja sekajätteiden määrät kartoittaa. Soveltuvien menetelmä tähän oli määrällinen tutkimus. Samaa menetelmää voitiin käyttää myös vuosien 2016–2018 energia- ja sekajättekustannusten muutosten selvittämiseksi. Aineisto työtä varten saatiin havainnoimalla em. jätteiden muodostumista tuotantolaitoksen eri osastoilla. Tiedot vuosien 2016–2018 jätahuoltokustannuksista saatiin toimeksiantajan ympäristömittarit-tietokannasta. Muovimateriaalin kierrätettävyyttä ja hyödyntämistä selvitettiin internetistä sekä sitä vastaanottavilta alan toimijoilta puhelimitse ja sähköpostitse.

#### 3.2 Energia- ja sekajätteiden havainnointi

Havainnointia tehtiin tuotantolaitoksen eri osastoilla yhteensä kuuden työvuoron ajan. Ennen havainnoinnin aloittamista määriteltiin ajankohdat, jotta saataisiin mahdollisimman kattava ja realistinen kuva tuotannon jätemääristä ja -laaduista. Tässä hyödynnettiin toimeksiantajan laatupäällikön asiantuntemusta.



Koska myös sulkutilojen jätteet olivat mukana havainnoinnissa, kartoitettiin jokaisen tuotanto-osaston sulkutilojen kaappi- ja muut varustukset etukäteen. Sulkutiloissa oli jätepussit ainoastaan energiajätteelle.

Havainnoinnin ulkopuolelle jäivät lähettämö, sulkutilojen yhteydessä olevat saniteettitilat, tuotanto-osastojen bio- ja pahvijätteet sekä jätevesi. Havainnoitavat osastot ja niihin käytetty aika sekä osastojen toiminta-ajat on koostettu taulukkoon 3.

Taulukko 3. Eri tuotanto-osastojen havainnointi- ja työskentelyajat.

Osasto	Havainnointi-aika	Huomautus	Työskentely-aika
Kypsennettyjen valmisruokien pakkaamisosasto, ns. varu-pakkaamo	2 työvuoroa	Työvuoro 2:n lisäksi <sup>3)</sup>	6–22 (2-vuorotyö)
Hampurilaisten pakkaamisosasto	2 työvuoroa	Työvuoro 2:n lisäksi <sup>4)</sup>	6–22 (2-vuorotyö)
Kypsien lihavalmisteiden suikalointi- ja viipalointiosasto	1 työvuoro		6–22 (2-vuorotyö)
Liharaaka-aineen vastaanotto- ja purkamisosasto, ns. livasto	1 työvuoro	Sisältää <sup>1)</sup> ja <sup>2)</sup>	5–20 (2-vuorotyö)
Maseerausosasto <sup>1)</sup>	1 työvuoro		5–20 (2-vuorotyö)
Muotoilijaosasto <sup>2)</sup>	1 työvuoro		5–21 (2-vuorotyö)
Ruiskusali <sup>3)</sup>	1 työvuoro		7–15
Mauste- ja suolalaukkahuoneet <sup>4)</sup>	1 työvuoro		5–20 (2-vuorotyö)

Työskentelyaika osastoilla on arkisin yhdessä tai kahdessa vuorossa. Työvuorojen alkamis- ja loppumisaika vaihteli osastoittain, kuten taulukosta 3 voi nähdä. Livasto-osaston havainnointi sisälsi varsinaisesti varu-pakkaamoon lukeutuvan muotoilijaosaston, joka sijaitsee livasto-osaston läheisyydessä. Livasto-osasto on toiminnoiltaan ja pinta-alaltaan laaja, joten siihen lukeutuvat maseeraus- ja ruiskusalien sekä mauste- ja suolalaukkahuoneiden jätteet havainnoitiin hampurilaisosaston ja varu-pakkaamon toisen seurantapäivän yhteydessä. Mauste- ja suolalaukkahuoneissa aktiivinen työaika vaihteli, ollen yleensä aamulla ja päivällä vilkkaampaa. Työskentelyaika maustehuoneessa oli havainnointipäivänä 6–12 ja suolalaukkahuoneessa 6–14.

### **3.2.1 Työturvallisuus**

Jätteiden kanssa työskennellessä tulee kiinnittää erityistä huomioita työturvallisuuteen. Osa jätteistä kerättiin raa'an lihan käsittelyosastoilta, missä on aina mikrobeja. Erityisesti näiden osastojen jätteitä käsiteltäessä tuli välttää altistumista roiskeille sekä turhaa kontaktia jättemateriaalien kanssa.

Perusvarustus jätteitä käsiteltäessä oli kertakäyttöiset koko vartalon peittävä suojahaalari, -esiliina, -käsineet, -hihat sekä hius- ja kenkäsuojat. Lisäksi kertakäyttökäsineiden alla käytettiin viiltosuojakäsineitä. Niillä osastoilla, joilla käsiteltiin raakaa lihaa tai jätteen odotettiin olevan hyvin märkää tai likaista, lisäsuojina käytettiin esiliinan alla suojatakkia, kasvot peittävää visiirikypärää ja paksumpia suojakäsineitä.

### **3.2.2 Vaakojen toimintakunnon tarkastus**

Jätteiden pääasiallinen punnitseminen tapahtui lähettämön tiloissa, jossa oli käytössä Mettler Toledo SQC16 –analyysivaaka, Mettler Toledo 8140 –tasovaaka ja Waagen KPZ 52-18/19 –pumppukärryvaa'at. Livasto-osaston punnitukset tehtiin AD 4407 –lattiavaa'alla. Vaakojen tekniset tiedot on esitetty liitteessä 1.

Vaakojen toimintakunto varmennettiin 5, 500 ja 2 000 g:n Mettler-tarkastuspunnuksilla. Lisäksi käytössä oli 20 kg:n tarkastuspunnus. Saatujen punnitusten tulokset on koottu taulukkoon 4. Toimeksiantajan ohjaajan mukaan testaus-, tarkastus- ja sertifiointiyritys Kiwa (aiemmin Inspecta) oli tarkastanut 5–2 000 g:n tarkastuspunnukset syksyllä 2018. Tarkastusten varmennustodistus on voimassa kolme vuotta. Yrityksen kunnossapito-osasto huoltaa vuosittain lattia-, pumppukärry- ja vientivaa'at sekä tarkastaa punnitsemistulosten oikeellisuuden tarkoitukseen soveltuvilla punnuksilla huoltotoimenpiteiden jälkeen.

Taulukko 4. Vaakojen tarkistuspunnituksista saadut tulokset.

	Tarkistuspunnus ja punnitustulokset			
Vaaka	5 g	500 g	2 000 g	20 kg
Mettler Toledo SQC16	5	500	-	-
Mettler Toledo 8140	-	500	1 980	19,98
Waagen KPZ 52-18	-	-	2 000	20
Waagen KPZ 52-19	-	-	-	20
AD-4407	-	-	-	20

Tuloksien perusteella vaa'at toimivat ja niiden antamiin punnitustuloksiin voidaan luottaa. Mettler Toledo 8140:n 2 ja 20 kg punnituksissa on molemmissa 20 g alitus, mutta huomioiden tutkimuksen tarkkuusvaatimukset ja tarkistuspun-  
nusten painot, eivät poikkeamat ole merkittäviä.

### 3.3 Jätteiden kerääminen, punnitseminen, läpikäyminen ja hävittäminen

Osastojen henkilökunta toimitti lajittelemansa täyttyneet jättesäkit tuotantotiloista (varu-pakkaamo sekä viipalointiosasto) huoltokäytävälle niille varattuun paikkaan. Hampurilaisosastolla täyttyneet jättesäkit ja -astiat toimitettiin osaston yhteydessä olevaan varastotilaan, jossa oli lisäksi rullakko pahvijätteelle. Liha-raaka-aineen vastaanotto- ja purkuosaston, maseeraus- ja ruiskusalien, muotoilijaosaston sekä mauste- ja suolalaukkahuoneiden jätteitä ei siirretty tilojen ulkopuolelle työvuoron aikana, vaan työntekijät lajittelivat jätteet jätepusseihin ja -astioihin sekä rullakoihin osastojen sisällä. Jätteet noudettiin havainnointia varten joko huoltokäytävältä tai osastolta. Varu-osaston tuotantotiloihin tehtiin lisäksi aamuvuoron lopuksi erillinen jätepussien keräys. Livasto-osaston jätteet ovat hyvin likaista, joten hygieniasyistä siellä syntyneet jätteet punnittiin ja eriteltiin osaston tiloissa.

Mikäli jätteet olivat energia- tai sekajäteastiassa, ne siirrettiin punnitusta varten vastaaviin jätepusseihin. Koska hygieeniset työtavat tuli huomioida koko tutkimuksen ajan, ei jättejakeiden punnitsemiseen voitu käyttää lähettämön analyysivaakaa, jolla tehdään myyntipakkausten punnitsemisiä. Myös jätepussien suuri koko esti analyysivaan käytön. Vienti- ja pumppukärryvaat on tarkoitettu raskaiden kuormien punnitsemiseen, jolloin niiden tarkkuus ei ollut ihan-teellinen kevyiden materiaalien punnitsemiseen.

Jätesäkki punnittiin lähettämössä joko ns. venti- tai pumppukärryva'alla. Vientivaakaa käytettiin ensisijaisena punnitsemisvälineenä sen paremman tarkkuuden vuoksi. Kuvassa 2 näkyvät punnitsemisjärjestelyt; oikealla vientivaaka ja siinä jätepussin punnitsemisastiana käytetty muovilaatikko, vasemmalla pumppukärryvaaka ja siinä punnitsemisalustana käytetty puulava. Liitteessä 2 on kevyistä materiaaleista, kuten hiha- ja partasuojista, koostettu taulukko, jota hyödynnettiin vastaavanlaisen materiaalin painon määrittämisessä.



Kuva 2. Jätteiden punnitseminen pumppukärry- ja vientiva'illa.

Punnitusalausta taarattiin eli nollattiin, jolloin sen paino vähentyi automaattisesti punnitustuloksesta. Jättepussin paino merkittiin ylös ja vähennettiin myöhemmin saadusta tuloksesta. Punnitsemisen jälkeen jätesäkit käytiin läpi ja jätteet pyrittiin jaottelemaan seuraavasti hyödyntäen työtä varten tehtyä lajittelukriteeristöä (liite 3):

- ✓ puhdas tai lähes puhdas kalvomuovi;
- ✓ muu mahdollisesti kierrätettävä muovi sekä
- ✓ muu materiaali.

Energia- ja sekajätteistä eriteltiin lisäksi niihin mahdollisesti päätyneet lajiteltavat jätteet, kuten biojäte ja pahvi. Puhtaalla tai lähes puhtaalla kalvomuvilla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä tuotevaihtojen, testiajojen tai uudelleenpak-

kaamisen yhteydessä syntynyttä monikerrosmuovia. Muu mahdollisesti kierrätettävä muovi puolestaan tarkoittaa esimerkiksi tuotteiden ja raaka-aineiden suojaamiseen käytettäviä PE-LD- ja PE-HD-suojamuoveja. Kyseiset muovit saattoivat olla kosteita johtuen veden tiivistymisestä muovin pintaan säilytyksen aikana. Muu materiaali käsittää mm. työntekijöiden suojavaatetuksen, puhdistukseen käytetyt viskoosiliinat ja etikettejä sekä niiden taustapaperia.

Mikäli jäteastian tai -pussin sisältö osoittautui sellaiseksi, ettei sitä ollut mahdollista eritellä tarkasti, se punnittiin kokonaisuudessaan ja sisältö luokiteltiin esimerkiksi ”märkää ja likaista muovia”. Havainnointitulokset kirjattiin vihkoon ja työskentelyn aikana otettiin valokuvia.

Työskentelyn ensimmäisenä päivänä jätessäkkeihin tehtiin tussilla merkintä ”X” ja palautettiin samaan paikkaan mistä ne haettu. Käytäntö osoittautui haastavaksi, sillä merkintä saattoi tuhriutua tai olla muuten hankalasti havaittavissa. Toimintatapa oli myös turha, joten seuraavilla havaintokerroilla läpikäydyt jätteet vietiin jätehuoneessa sijaitseviin jätetäpuriimiin, joita oli erikseen energia- ja sekajätteelle sekä pahville. Mikäli lajittelussa huomattiin virheitä, toimitettiin tällaiset jätteet mahdollisuuksien mukaan asianmukaisesti hävitettäväksi.

### **3.4 Havainnointiaikana muodostuneiden energia- ja sekajättemäärien laskeminen**

Havainnointiaika osastoittain oli yksi tai kaksi työvuoroa ja se sisälsi neljä eri osastoa. Kokonaishavainnointiaika oli kuusi työvuoroa, jona aikana muodostuneet energia- ja sekajätteiden kokonaismäärät saatiin laskemalla havainnoinnin aikana punnitut ja kirjatut tulokset yhteen osastoittain. Lisäksi energia- ja sekajätteiden sisältämät jätejakeet, kuten biojäte ja pahvi, eriteltiin ja niiden määrät laskettiin vastaavalla tavalla. Liitteessä 4 on esimerkki valmisruokapakkaamon toisen havainnointipäivän koosteesta. Hampurilaisosaston sämpylä- ja juustopussit laskettiin kalvomuoviin niiden materiaalin, sekamuovin, vuoksi. Muotoilijaosaston, maseeraus- ja ruiskusalien sekä mauste- ja suolalaukkahuoneiden tulokset sisältyvät livasto-osaston tuloksiin, mutta niiden määristä laskettiin myös osastokohtaiset jättemäärät, kuten edellä.

Valmisruokapakkaamon ensimmäisenä havainnointipäivänä 23.10. tuotevaihdon yhteydessä muodostunut ns. dynojen kalvomuovijäte ei päätynyt kirjattavaksi. Tämä huomattiin myöhemmin ja tulokset korjattiin. Ensimmäisenä havainnointipäivänä 23.10. pakattiin kahta eri tuotetta yhteensä 1 800 kg, kun pakkaamismäärä 6.11. oli 800 kg ja yksi tuote. Tästä syystä havainnointipäivän 23.10. tuloksiin lisättiin 6.11. havainnointipäivän kalvomuovijätelmäärä kaksinkertaisena. Havainnoinnin aikana tapahtuneiden lajittelussa ilmenneiden epäjohtomukaisuuksien vuoksi esimerkiksi kalvomuovia oli joissakin tapauksissa punnittu yhdessä kiriste- tai muun muovin kanssa. Tällaisissa tapauksissa paino jaettiin tasan kyseisten jättejakeiden kesken tulosten käsittelyä varten.

Suikalointi- ja viipalointiosastolla syntyy leikkeleiden pakkauslinjoilla rasioiden reunasilppua, joka punnittiin noin kolmen tunnin työskentelyn jälkeen. Saatujen punnitustulosten perusteella laskettiin verranolla kahdeksan tunnin työvuoron aikana syntyvän reunasilpun määrä. Tuotannossa muodostuvien energia- ja sekajätteiden sekä eriteltyjen jättejakeiden kokonaismäärät saatiin laskemalla yhteen havainnoinnissa olleiden osastojen kyseiset jätemäärät. Lihan vastaanotto- ja purkuosaston jätteiden määrät olivat suuntaa-antavia, sillä niiden tarkkaa erittelyä ei voitu tehdä materiaalin likaisuudesta ja märkyydestä johtuen.

### 3.5 Tehokkaamman lajittelun kustannusvaikutusten laskeminen

Kustannuslaskelmia varten tehtiin havainnointiin perustuvat laskelmat energia- ja sekajätteiden vuosittaisille kokonaismäärille sekä niistä eritellyille jättejakeille. Koska valmisruoka- ja hampurilaispakkaamoissa tehtiin havainnointia kahden työvuoron ajan, laskettiin niiden jätemäärille keskiarvot kahden työvuoron ajalta. Näitä keskiarvoja käytettiin vuodessa muodostuvien jätemäärien laskemisessa. Keskimääräinen käyntiaika (270 pv) saatiin toimeksiantajan ympäristöluvan muutoshakemuksen päätöksestä. Vuodessa muodostuva jätemäärä saatiin kertomalla päivässä muodostuva jätemäärä (153,41 kg) keskimääräisellä käyntiajalla (270). Esimerkissä 1 on laskettu viipalointiosastolla vuodessa muodostuvan energiajätteen määrä.

$$153,41 \text{ kg} \cdot 270 = 41\,421 \text{ kg}$$

Esimerkki 1. Viipalointiosastolla muodostuvan energiajätteen määrä vuodessa.

Tehokkaamman lajittelun kustannusvaikutusten laskemisessa käytettiin toimeksiantajan vuoden 2018 jätehuollon kustannustekijöitä, jotka on koottu taulukkoon 5. Yrityksen hallinnolliselta jäteyhtiöltä saaduissa tiedostoissa oli eriteltyinä jätteiden tyhjennyskerrat ja määrät jätejakeittain sekä niiden yksikköhinnat. Ilmoitetut kustannukset eivät sisällä arvonlisäveroa.

Taulukko 5. Toimeksiantajan energia- ja sekajätehuollon kustannustekijät vuonna 2018.

Määrä (t)	Tyhjennyskerta (kpl)	Tyhjennysmaksu (€/kerta)	Jätemaksu (€/t)
115,5	23	104,00	81,00
109,4	18	104,00	91,00
98,2	9	104,00	142,50

Energiajätteen tyhjennyskertoja oli vuonna 2018 yhteensä 41. Sekajätettä muodostui toiminnassa vähemmän, mikä näkyi myös tyhjennyskertojen määrässä. Energiajätteen jätemaksussa tapahtui muutos kesken kauden ja se nousi kymmenellä eurolla.

Energia- ja sekajätepuristimien tyhjennyskerrat vuonna 2019 laskettiin verrannon avulla, kun tiedettiin vuoden 2018 energiajättemäärä (224,9 t) ja sen tyhjennyskertojen lukumäärä (41) sekä laskelma vuoden 2019 energiajätteen määrästä (93,6 t). Esimerkissä 2 on laskettu toimeksiantajan energiajätepuristimen tyhjennysten lukumäärä.

$$\begin{aligned}\frac{224,9 \text{ t}}{41} &= \frac{93,6 \text{ t}}{x} \\ \rightarrow x &= \frac{41 \cdot 93,6 \text{ t}}{224,9 \text{ t}} \\ \rightarrow x &= 17,06 \sim 17\end{aligned}$$

Esimerkki 2. Toimeksiantajan energiajätepuristimen tyhjennyskerrat vuonna 2019.

Energia- ja sekajätteiden käsittelykulut vuodelle 2019 voitiin laskea opinnäytetyössä saatujen tulosten perusteella. Esimerkissä 3 on laskettu toimeksiantajan energiajätekuksannukset; a) tyhjennyskerran yksikköhinta (104 €) on kerrottu niiden lukumäärällä (17) ja b) energiajätteen yksikköhinta (91 €/t) on kerrottu sen kokonaismäärällä (93,64 t). Lopuksi c) tulokset laskettiin yhteen, jolloin saatiin energiajätteen käsittelyn kokonaiskustannus.

$$a) 104 \text{ €} \cdot 17 = 1\,768,00 \text{ €}$$

$$b) 91 \frac{\text{€}}{t} \cdot 93,64 t = 8\,521,24 \text{ €}$$

$$c) (1\,768,00 + 8\,521,24) \text{ €} \\ = 10\,289,24 \text{ €}$$

Esimerkki 3. Toimeksiantajan energiajätteen kokonaiskustannusten laskeminen.

Eri lajitteluvaihtoehtojen tehostamisen vaikutuksista toimeksiantajan energia- ja sekajättekustannuksiin tehtiin seuraavat laskelmat:

- ✓ ainoastaan biojäte lajitellaan;
- ✓ ainoastaan pahvijäte lajitellaan;
- ✓ ainoastaan muu muovi lajitellaan sekä
- ✓ kaikki em. jätteet lajitellaan.

Sekajätteeseen päätyvät bio- ja suolijätteet yhdistettiin laskelmissa, sillä niitä olisi käytännössä hankala lajitella erikseen. On huomattava, että kustannukset eivät kata koko toimeksiantajan toimintaa johtuen opinnäytetyölle asetetuista rajauksista. Niissä ei myöskään huomioida sitä, kuinka em. jättejakeet nostavat vastaavasti bio- ja pahvijätteiden kustannuksia. Ainoastaan muovijätteen lajittelun tehostamisen aikaansaamia kustannusvaikutuksia voidaan arvioida luotettavasti.

### **3.6 Selvitys energia- ja sekajättekustannusten muuttumisesta vuosina 2016–2018**

Jätehuoltokustannukset muodostuvat jätteen loppukäsittelyn lisäksi mm. jäteastioiden ylläpidosta, niiden tyhjennysvälien tiheydestä sekä jätteiden kuljetamisesta käsiteltäviksi. Palvelut ovat arvonlisäverollisia. (Ympäristöministeriö 2010, 21, 29–31.) Toimeksiantaja seuraa mm. toiminnassaan muodostuvia jätemääriä kuukausittain. Tulokset kirjataan erilliseen ympäristömittarit-järjestelmään, josta tiedot kustannusten kehittymisen selvittämistä varten on saatu. Myös energia- ja sekajättemäärät vuosien 2016–2018 ajalta olivat mukana kustannusselvityksessä, sillä ne vaikuttavat oleellisesti muodostuviin jätehuollon kustannuksiin. Jätteiden vuosimääristä ja -kustannuksista tehtiin niitä havainnollistavat pylväs- ja viivakuvaajat.



## 4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

### 4.1 Havainnointiaikana muodostuneet energia- ja sekajätteet

Havainnointiaikana osastoilla syntyi yhteensä 716 kg energia- ja sekajätettä, josta energiajätteen osuus oli 441 kg ja sekajätteen osuus 275 kg. Kalvomuovin osuus energiajätteestä oli 59 %. Toisen merkittävän jättejakeen muodostivat sekajätteen bio- ja suolijäte, joiden yhteenlaskettu osuus sekajätteestä oli puolet. Taulukoissa 6 ja 7 on esitetty työntekijöiden havainnoinnin aikana energia- ja sekajätteisiin lajittelemien materiaalien kokonaismäärät osastoittain sekä jättejakeittain. Taulukoissa 8 ja 9 on koostettu livasto-osaston eri toimintojen jättejakeiden erittely osastoittain.

Taulukko 6. Havainnoinnin aikana osastoilla energiajätteeseen lajitellun materiaalin kokonaismäärä ja erittely jättejakeittain.

Jätelaji	Jättemäärä osastoittain (kg)				
	Lihan vastaanotto- ja purkuosasto	Viipalointiosasto	Hampurilaispakkaamo	Valmisruokapakkaamo	Osastot yhteensä
Energiajäte	96,8	153,4	56,8	133,8	440,9
Kalvomuovi	0,0	107,8	37,4	113,7	258,8
Biojäte	0,4	0,7	0,4	0,7	2,1
Pahvi	11,4	6,2	4,7	8,0	30,3
Muu muovi	42,2	7,1	8,3	4,6	62,3
Muu materiaali	42,7	31,6	6,1	6,8	87,1

Kalvomuovin määrä energiajätteessä vaihteli osastoittain. Eniten sitä muodostui niillä osastoilla, joilla valmisteita pakataan myyntiin eli valmisruokapakkaamossa ja viipalointiosastolla. Näillä osastoilla kalvomuovin osuus koko energiajätteen määrästä oli 70 %. Myös hampurilaispakkaamossa syntyi kahden seurantajakson aikana 37 kg kalvomuovia, jonka osuus osaston koko energiajättemäärästä oli 66 %. Tuotanto-osastoilla syntyvästä energiajätteestä kalvomuovia ja muuta mahdollisesti kierrätettävää muovia muodostuu yhteensä 321,1 kg eli 73 % koko jättemäärästä. Havainnointiaikana energiajätteeseen päätyi pahvia 30,3 kg, mikä vastaa vuositasolla 8 181 kg. Biojätettä energiajätteeseen päätyi 2,1 kg eli vuodessa 567 kg.

Taulukko 7. Havainnoinnin aikana osastoilla sekajätteeseen lajitellun materiaalin kokonaismäärä ja erittely jätelajeittain.

Jätelaji	Jättemäärä osastoittain (kg)				
	Lihan vastaanotto- ja purkuosasto	Viipalointiosasto	Hampurilaispakkaamo	Valmisruokapakkaamo	Osastot yhteensä
Sekajäte	122,2	146,6	0,0	6,7	275,4
Kalvomuovi	0,0	0,0	0,0	6,0	6,0
Suolijäte	0,0	97,8	0,0	0,0	97,8
Biojäte	0,0	39,7	0,0	0,0	39,7
Pahvi	5,7	0,0	0,0	0,0	5,7
Muu muovi	8,1	0,1	0,0	0,0	8,2
Muu materiaali	108,4	8,9	0,0	0,7	118,0

Tuotanto-osastoilla havainnointiaikana muodostuneesta sekajätteestä kalvomuovin osuus oli kuusi kiloa. Tämä johtui todennäköisesti virheestä lajittelussa; kyseinen kalvomuovi oli peräisin valmisruokapakkaamosta, jonka tuotantotiloissa ei tulisi olla ollenkaan sekajätepusseja. Muuta mahdollisesti kierrätettävää muovia sekajätteeseen päätyi 3 % (8,2 kg) koko jättemäärästä.

Suurimman osan viipalointiosaston jätteestä muodosti suolimateriaali ja siihen kiinnittynyt biojäte, joita oli yhteensä 67 % osaston sekajätteestä. Samalla osastolla sekajätteeseen päätyi 27 % (39,7 kg) irrallista biojätettä, mikä tarkoittaa vuositasolla lähes 11 000 kg. Vähimmillään biojätettä oli sekajätepussissa noin 400 g (7 %) ja enimmillään lähes kymmenen kiloa (64 %) pussin koko painosta. Materiaalin kiinni jäämiseen suoleen vaikuttaa esimerkiksi lihavalmisteen koostumus. Kuvassa 3 on suoleen jäänyttä lihavalmistetta, kun tanko on kuorittu ennen sen viipalointia.



Kuva 3. Sekajätteeseen päätynyttä suoleen jäänyttä lihavalmistetta tangon kuorimisen jälkeen.

Taulukko 8. Havainnoinnin aikana lihan vastaanotto- ja purkuosastoon lukeutuvien osastojen energijätteeseen lajitellut materiaalit sekä niiden erittely.

Jätelaji	Jättemäärä / Lihan vastaanotto- ja purkuosasto (kg)						Osastot yhteensä
	Muotoilija	Maseeraus	Livasto	Ruiskusali	Maustehuone	Suolalaukka-huone	
Energiajäte	14,7	18,0	5,9	16,8	38,6	2,9	96,8
Kalvomuovi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biojäte	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,4
Pahvi	0,7	0,0	0,2	0,5	9,6	0,4	11,4
Muu muovi	9,5	0,0	3,4	0,0	26,8	2,5	42,2
Muu materiaali	4,2	18,0	2,3	16,3	2,0	0,0	42,7

Livasto-osastolla syntyy muita osastoja vähemmän energijätettä. Tuotantolaitokselle saapuvat raaka-ainelihat on pakattu pääsääntöisesti muoviin ja pahviin, jotka lajitellaan seka- ja pahvijakeisiin. Osastojen energijätteessä oli yhteensä 11,4 kg pahvia, josta maustehuoneessa muodostui 9,6 kg (84 %). Havainnoinnin perusteella osastolla energijätteeseen päätyy vuositasolla 3 378 kg pahvia. Maustehuoneen energijätteestä muodosti suurimman osan muu mahdollisesti kierrätettävä muovi, jonka osuus tästä oli 69 %. Myös livasto-osaston energijätteessä on runsaasti muuta mahdollisesti kierrätettävää muovia, 58 %. Osastoilla muodostuvasta energijätteestä lähes puolet, 42,7 kg, luokiteltiin havainnoissa muuksi materiaaliksi.

Taulukko 9. Havainnoinnin aikana lihan vastaanotto- ja purkuosastoon lukeutuvien osastojen sekajätteeseen lajitellut materiaalit sekä niiden erittely.

Jätelaji	Jättemäärä / Lihan vastaanotto- ja purkuosasto (kg)						Osastot yhteensä
	Muotoilija	Maseeraus	Livasto	Ruiskusali	Maustehuone	Suolalaukka-huone	
Sekajäte	0,0	15,0	74,5	17,3	15,3	0,0	122,2
Kalvomuovi	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Biojäte	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Pahvi	0,0	0,0	5,0	0,0	0,7	0,0	5,7
Muu muovi	0,0	0,0	0,0	0,0	8,1	0,0	8,1
Muu materiaali	0,0	15,0	69,5	17,3	6,5	0,0	108,4

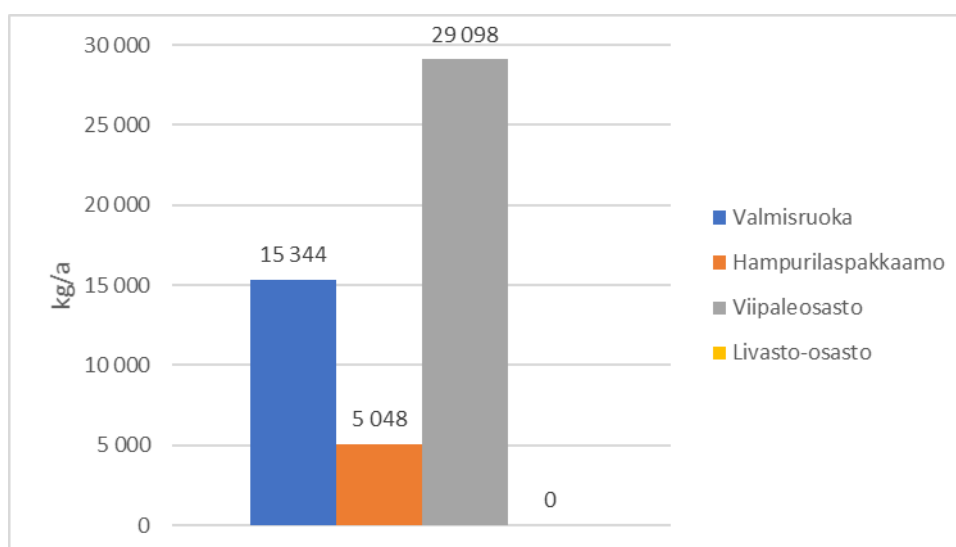
Liharaaka-aineen vastaanotto- ja purkuosaston sekä maseerausosaston sekajätteet olivat pääsääntöisesti likaisia ja märkiä. Tästä syystä ne merkittiin livasto-osaston pahvijätettä lukuun ottamatta muuksi materiaaliksi. Sekajätettä muodostuu eniten livasto-osastolla ollen enimmäkseen hyvin märkää ja jopa veristä, johtuen mm. liharaaka-aineiden sulamisvedestä. Maustehuoneen sekajätteeseen päätyy muuta mahdollisesti kierrätettävää muovia 53 % sen määrästä.

Havainnoin perusteella toimeksiantajan tuotanto-osastoilla syntyy runsaasti jätettä. Taulukkoon 10 on koottu laskelmat vuoden aikana muodostuvista ja osastoilla lajitelluista energia- ja sekajätteiden kokonaismääristä sekä niissä olleista eri jätelajeista.

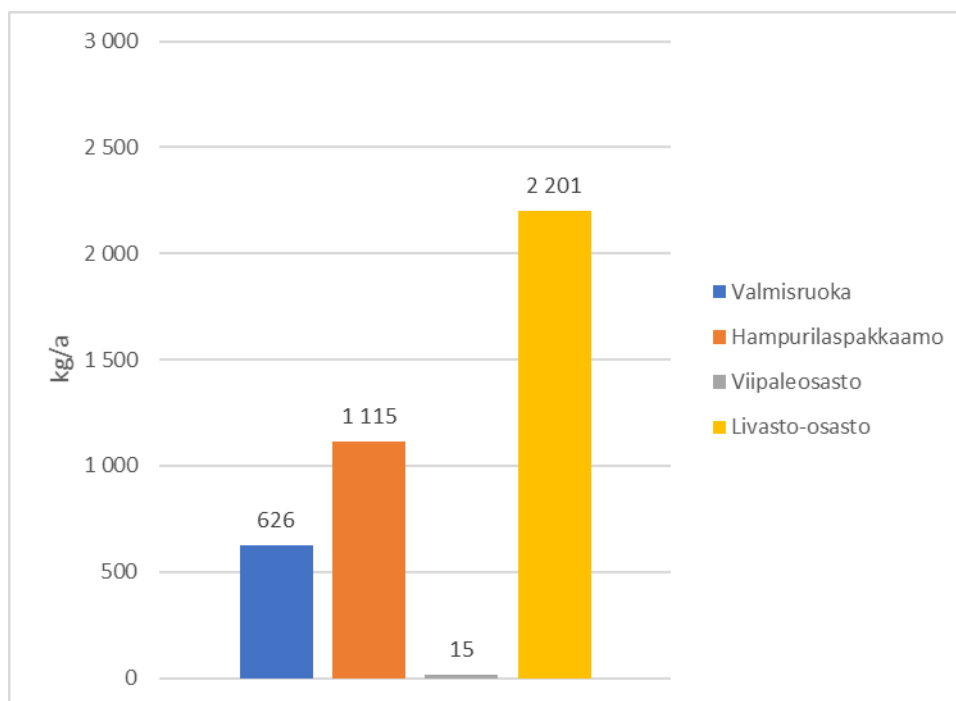
Taulukko 10. Toimeksiantajan tuotanto-osastolla vuoden aikana muodostuvien energia- ja sekajätteiden määrät havainnoinnin perusteella.

Jätelaji	t/a	Jätelaji	t/a
Energiajäte	93,6	Sekajäte	73,5
Kalvomuovi	49,5	Kalvomuovi	0,8
Biojäte	0,4	Biojäte (sis. suolijäte)	37,1
Pahvijäte	6,5	Pahvijäte	1,5
Muu muovi	14,5	Muu muovi	9,7
Muu materiaali	22,7	Muu materiaali	24,3

Energiajätteestä 53 % muodostaa kalvomuovi, kun taas sekajätteestä puolet on bio- ja suolijätettä. Muun materiaalin osuus energiajätteestä on 24 %, sekajätteellä vastaava luku on 33 %. Eri tuotanto-osastoilla vuodessa muodostuvan ja energiajätteeseen päätyvän kalvomuovin määrä on esitetty kuvassa 4 ja muun mahdollisesti kierrätyskelpoisen muovin määrä energiajätteessä on esitetty kuvassa 5.



Kuva 4. Kalvomuovijätteen määrä vuodessa tuotanto-osastoilla havainnoinnin perusteella.



Kuva 5. Muun kierrätyskelpoisen muovijätteen määrä vuodessa tuotanto-osastoilla havainnoinnin perusteella.

Kalvomuovijätettä päätyy tuotanto-osastoilla energia- tai sekajätteeseen yhteensä noin 50 tonnia vuodessa. Sen osuus kaikesta tuotannon muovijätteestä on 68 %. Kalvomuovijätettä syntyy eniten valmisruokapakkaamossa ja viipalointiosastolla. Muuta mahdollisesti kierrätettävää muovia muodostuu osastoilla yhteensä 24,2 tonnia, eniten livasto-osastolla ja hampurilaispakkaamossa.

#### 4.2 Lajittelun tehostamisen arvioidut vaikutukset energia- ja sekajättekustannuksiin

Jos jätteet lajitellaan nykyisen käytännön mukaisesti energia- ja sekajätteisiin, ovat kustannukset vuosittain energiajätteelle 10 289 € ja sekajätteelle 11 195 €. Mikäli tuotannossa syntyvän energiajätteen lajittelua tehostettaisiin, alenisivat siitä aiheutuvat kustannukset enimmillään 2 776 €. Sekajätteellä kustannussäästö olisi vieläkin suurempi, 14 303 €. Taulukoissa 11 ja 12 esitetään energia- ja sekajätteiden jätemaksuista ja tyhjentämisestä muodostuvia vaihtoehtoisia vuosikustannusten muutoksia, mikäli lajittelua tehostettaisiin bio-, muovi- ja pahvijätteiden osalta. Monikerrosmuovin kierrätettävyyden on nykyteknologialla käytännössä mahdotonta, joten se on jätetty pois laskelmista.

Taulukko 11. Toimeksiantajan energiajätteen tyhjennys- ja jätemaksukustannusten muutokset vuodessa, kun eri jätelajeet lajitellaan.

Jätelaji	t/a	Jätemaksu, energiajäte (€/t)	Yhteensä (€)	Tyhjennys (lkm)	á (€)	Yhteensä (€)	Jätemaksu + tyhjennys (€)	Jätemaksu + tyhjennys, muutos (€)
Energiajäte	93,64	91,00	8 521,24	17	104,00	1 768,00	10 289,24	0,00
Biojäte	0,44		8 481,20	17		1 768,00	10 249,20	-40,04
Pahvijäte	6,47		7 932,47	16		1 664,00	9 596,47	-796,77
Muu muovi	14,45		7 206,29	14		1 456,00	8 662,29	-1 938,95
Muutos yhteensä (bio- ja pahvijäte sekä muu muovi)								-2 775,76

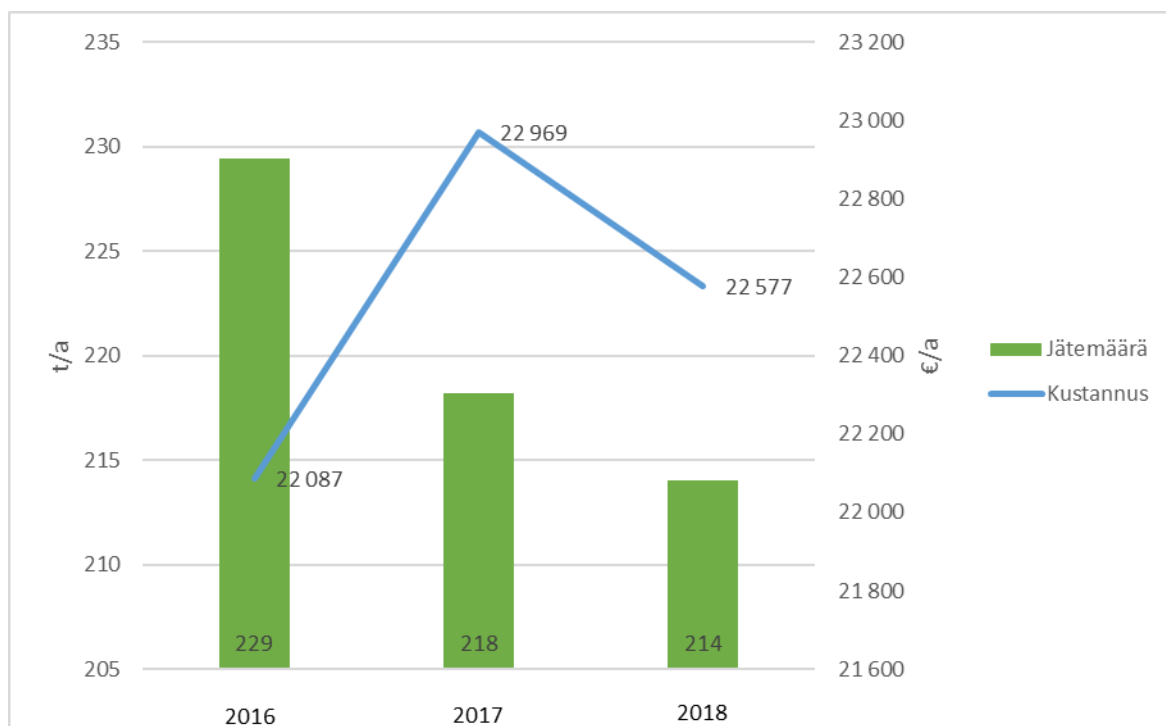
Taulukko 12. Toimeksiantajan sekajätteen tyhjennys- ja jätemaksukustannusten muutokset vuodessa, kun eri jätelajeet lajitellaan.

Jätelaji	t/a	Jätemaksu, sekajäte (€/t)	Yhteensä (€)	Tyhjennys (lkm)	á (€)	Yhteensä (€)	Jätemaksu + tyhjennys (€)	Jätemaksu + tyhjennys, muutos (€)
Sekajäte	73,45	142,50	10 466,63	7	104,00	728,00	11 194,63	0,00
Biojäte (sis. suolijäte)	37,13		5 175,60	3		312,00	5 487,60	-10 998,05
Pahvijäte	1,53		10 248,60	7		728,00	10 976,60	-436,05
Muu muovi	9,70		9 084,38	6		624,00	9 708,38	-2 868,50
Muutos yhteensä (bio- ja pahvijäte sekä muu muovi)								-14 302,60

Mikäli esimerkiksi energiajätteeseen päätyvää muuta mahdollisesti kierrätettävää muovia, kuten kiriste- ja suojamuoveja, kerättäisiin omina jätelajeinaan, olisi sillä mahdollista saavuttaa noin 1 940 €:n vuosittainen säästö energiajättekustannuksissa. Pelkästään pahvin lajittelun tehostaminen tuottaisi 797 €:n säästön. Mikäli ainoastaan biojätteen lajittelua tehostettaisiin, saavutettaisiin sillä 40 €:n säästö. Sekajätteeseen päätyy vuodessa noin 37 tonnia bio- ja suolijätettä, josta aiheutuu selvityksen perusteella lähes 11 000 €:n kustannukset. Muun mahdollisesti kierrätettävän muovin erilliskeräys laskisi sekajätteen vuosikustannuksia 2 869 €. Huoleellisempi pahvin lajittelu toisi vuositasona noin 440 € säästön.

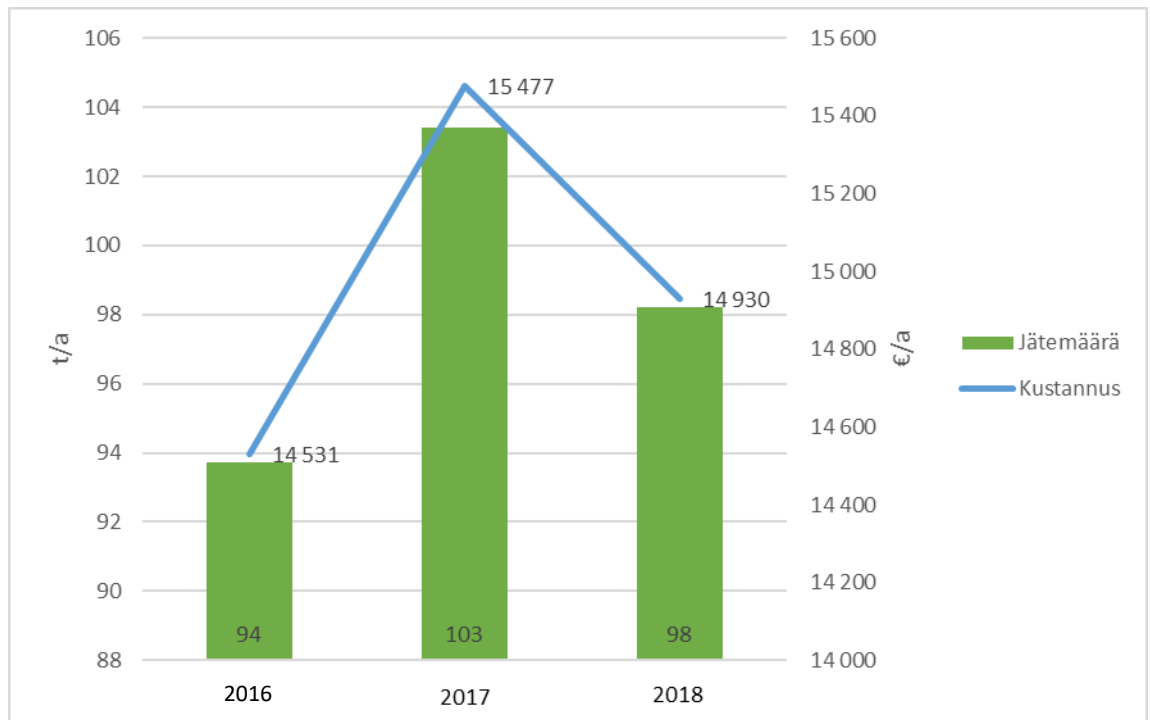
#### 4.3 Toimeksiantajan jätehuollon kustannuskehitys 2016–2018

Toimeksiantajana energia- ja sekajättemäärien ja niiden jätehuoltokustannusten kehittyminen vuosina 2016–2018 on esitetty kuvissa 6 ja 7. Jätehuollon kokonaiskustannukset energia- ja sekajätteiden osalta olivat alimmillaan vuonna 2016 noin 36 600 € ja korkeimmillaan vuonna 2017 noin 38 500 €. Jättemäärien kokonaismäärät olivat alimmillaan vuonna 2018 noin 312 tonnia. Vuosina 2016 ja 2017 jätettä syntyi 323 ja 322 tonnia.



Kuva 6. Toimeksiantajan energiajätteen määrän ja sen jätehuoltokustannusten kehittyminen vuosina 2016–2018.

Energiajätteen määrässä voitiin havaita laskeva suuntaus. Energiajäte väheni kahden vuoden aikana 15 400 kg; sen määrä vuonna 2017 oli 4,8 % edellisestä vuodesta ja laski vuonna 2018 edelleen 1,8 %. Energiajättekustannuksissa havaittava kasvu oli vuoden 2016 lähtötasosta vuonna 2017 enimmillään 882 €. Kustannukset pienenivät 392 € vuonna 2018 edelliseen vuoteen verrattuna.



Kuva 7. Toimeksiantajan sekajätteen määrän ja sen jätehuoltokustannusten kehittyminen vuosina 2016–2018.

Vuonna 2017 sekajättemäärässä tapahtui kasvua 8,7 % vuoteen 2016 verrattuna. Jättemäärä pieneni vuonna 2018 edellisvuoteen verrattuna 4,9 %. Sekajätekustannuksissa voitiin havaita samankaltaisia muutoksia; vuonna 2017 kasvu oli 6,1 %. Vuonna 2018 kustannukset laskivat 3,5.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön odotettiin antavan konkreettista näyttöä syntyvistä muovijätteen määristä ja laaduista sekä niiden kierrätys- ja/tai hyödyntämismahdollisuuksista. Saadut tulokset vahvistivat ajatusta siitä, että tuotanto-osastoilla muodostuu runsaasti erilaista jätettä, kierrätettävää ja ei-kierrätettävää. Pelkästään kalvomuvijätettä muodostuu yhteensä 50,3 tonnia, jota ei ole mahdollista kierrättää tehokkaasti nykyteknologialla. Osa kierrätettävästä muovijätteestä kuuluu tuottajavastuun alaisuuteen ja osa luokitellaan tuotantohylyksi. Luokittelu ei vaikuta muovin kierrätettävyyteen, jätehuollon kustannuksiin kylläkin.

Havainnoinnin aikana saatiin myös arvokasta tietoa lajittelun toteutumisesta tuotanto-osastoilla. Opinnäytetyössä tehdyn selvityksen perusteella kalvomuovi lajiteltiin oikein energiajätteeseen kirjavasta ohjeistuksesta huolimatta. Lisäksi



havaittiin, sekajätteeseen päätyvän bio-suolijäteyhdistelmän vuosittaisen määrän olevan merkittävä, johon toimeksiantajan tulisi kiinnittää huomiota. Materiaali on verrattavissa tuotantolaitoksella muodostuvaan ns. pakattuun biojätteeseen, joka toimitetaan mädätettäväksi ja hyödynnettäväksi biokaasuna.

Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää lajittelun tehostamisen vaikutuksia energia- ja sekajätekustannuksiin. Havainnoinnin perusteella tehdyissä laskelmissa paremmalla lajittelulla olisi mahdollista saavuttaa ideaalitilanteessa tuhansien eurojen kustannussäästö. Laskelmat tehtiin ainoastaan energia- ja sekajätteille, eikä niissä huomioitu vastaavasti muiden jätelajien mahdollisesti nousevia jätekustannuksia.

EU:n asettama muovijätteen kierrätystavoite 55 % vuoteen 2030 mennessä luo paineita saada kierrätysjärjestelmät toimiviksi. Tämä vaatii ponnisteluja Suomessa ja koko EU:n alueella. Toimeksiantajan haasteelliseksi kokeman kalvomuvoin varten otettavin hyödyntämistapa on energiahyödyntäminen. Yrityksen eräällä tuotantolaitoksella on selvitetty PE-LD-muvoin kierrätettävyyttä Fortum Waste Solutionsin kanssa loppuvuodesta 2019 alkaen. Tulokset ovat olleet yrityksen ympäristö- ja energia-asiatuntijan mukaan rohkaisevia, ja kierrätystä tulotaneen laajentamaan tulevaisuudessa myös yrityksen muihin tuotantolaitoksiin.

### **Tulosten luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä**

Saatuihin tuloksiin ja niiden luotettavuuteen vaikuttivat useat epävarmuustekijät, kuten havaintojankohtien valinta, päätyivätkö kaikki työvuoron aikana syntyneet jätteet havainnoitaviksi sekä johtopäätösten tekeminen melko lyhyen seurantajakson perusteella. Epävarmuutta pyrittiin vähentämään sillä, että toimeksiantajan edustaja arvioi edustavimmat tuotanto-osastojen havainnointijankohdat. Jätelajien likaisuuden arvioimiseksi ja lajittelua yhdenmukaistamaan laadittiin kriteeristö, joka osoittautui osittain toimimattomaksi. Opinnäytetyön käytännön toteutus alkoi nopealla aikataululla ja sen suunnitteluvaihe erityisesti teoreettisen osalta jäi keskeneräiseksi. Nämä tekijät vaikuttivat esimerkiksi siihen, että lajittelussa ja kirjaamisessa ilmeni epä johdonmukaisuuksia, jopa puutteellisuuksia. Joissakin tapauksissa kalvomuvia oli punnittu yhdessä kiriste- tai muun kierrätettävän muovin kanssa. Myös yhden jätepussin kokonaispaino oli jäänyt kirjaamatta, vaikka sen sisältö oli lajiteltu ja punnittu.

## Toimenpide-ehdotukset toimeksiantajalle

Toimeksiantajalla on käytössä ympäristöstandardi ISO 14 001, joka yhdessä lainsäädännön ja ympäristöluvan kanssa velvoittaa sitä huomioimaan toiminnassaan kiertotalouden mahdollisimman kattavasti. Johdon esimerkki sekä riittävät taloudelliset ja materiaaliset resurssit ovat oleellisessa roolissa ympäristöjärjestelmän jalkauttamisessa käytäntöön. Näihin perustuen toimeksiantajalle esitetään seuraavia toimenpide-ehdotuksia:

- ✓ **Lajitteluohjeiden päivittäminen ja koko henkilökunnan perehdytys**  
Havainnoinnin aikana oli huomattavissa epäjohtamukaisuutta jätteiden lajittelussa sekä niiden ohjeistuksissa. Toisaalta työntekijät osoittivat kiinnostusta lajittelua kohtaan. Ohjeet tulisi saattaa ajantasaisiksi, minkä jälkeen lisäksi tulisi järjestää tuotantolaitoksen koko henkilökuntaa koskevia perehdytyksiä.
- ✓ **Jätteiden lajittelun tehostaminen** Jätteiden lajittelua olisi mahdollista tehostaa nykyisessä toimintaympäristössä erityisesti bio- ja pahvijätteiden osalta. Tuotantotilojen uudet lajittelujärjestelmät voisivat olla yksinkertaisimmillaan yksittäisiä jätepusseja eri jätelajeille. Tilojen toiminnallisuus ja lajittelun hygieenisuus tulee huomioida suunnittelussa.
- ✓ **Muovijätteen erilliskeräys** Jätehuoneessa on tilavaraus vielä yhdelle puristimelle ja siirtolavalle. Havainnoinnin perusteella esimerkiksi joko valkoisia tai sinisiä suursäkkejä sekä mahdollisesti muuta samenväristä ja samaa muovityyppiä voisi kerätä erilleen. Jotta välttyttäisiin vajaiden siirtolavojen tyhjentämiseltä tai mikrobien kasvulta jätelajissa, tulisi kerättävän materiaalin olla kuivaa ja puhdasta.

## Jatkotutkimusaiheita

Jatkossa voisi selvittää tarkemmin muovien määriä sekä puhtausastetta muovityypeittäin ja väreittäin. Kartoitus olisi luotettavampi, mikäli osastoilla suoritettaisiin havainnoinnin ajan syntypaikkalajittelua. Tällöin voitaisiin estää esimerkiksi kontaminaatiota jätteiden kesken. Yhtenä lisäselvityksen aiheena voisi olla myös se, onko tuottajavastuun piiriin kuuluvan muovijätteen ja tuotantohylyn erittely keräysvaiheessa taloudellisesti kannattavaa tai ylipäättään toteutettavissa käytännön työskentelyssä. Tarpeen olisi myös tehdä kattavat toimeksiantajan jätehuollon kokonaiskustannuslaskelmat, joissa huomioitaisiin energia- ja sekajätteistä muihin jätelajeisiin siirtyvät todennäköiset lisäkustannukset sekä muut jätehuoltokuluihin vaikuttavat tekijät, kuten erilliskerätyn muovijätteen kuljetuskustannukset.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää toimeksiantajan energia- ja sekajätteen lajittelun tehostamisen vaikutuksia niiden jätehuoltokustannuksiin, kartoittaa kalvomuovin kierrätettävyyttä sekä vuosien 2016–2018 energia- ja sekajättekustannusten kehittymistä. Tulosten perusteella on pääteltävissä, että energia- ja sekajättekustannuksissa olisi saavutettavissa tuhansien eurojen vuosittaiset säästöt. Kalvomuovin tehokas kierrätys Suomessa ei ole tällä hetkellä mahdollista, mutta tilanteen odotetaan paranevan lähitulevaisuudessa. Lisäksi lajittelun toteutumisessa ja ohjeistuksissa havaittiin puutteellisuuksia, joihin voitaisiin vaikuttaa positiivisesti pienilläkin muutoksilla toiminnoissa. Kustannusten osalta vuosien 2016–2018 ajalta voitiin havaita, että ne olivat säilyneet melko samankaltaisina. Taloudellinen kannattavuus on elinehto yritysten toiminnalle. Kuluttajat odottavat yrityksiltä kuitenkin vastuullisuutta sekä sen osoittamista toiminnassaan. Eettiset, ekologiset ja sosiaaliset arvot huomioiva yritys voi saada toimintatavastaan imagollisen edun kilpailijoihin nähden. Edun, jonka arvoa on vaikea osoittaa taloudellisilla mittareilla, mutta joka saattaa pidemmällä aikavälillä johtaa positiiviseen taloudelliseen tulokseen.

## LÄHTEET

Eskelinen, H., Haavisto, T., Salmenperä, H. & Dahlbo, H. 2016. Muovien kierrätyksen tilanne ja haasteet. CLIC Innovation. Raportti nro D4.1–3. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.syke.fi/download/noname/%7B5903968F-2B4E-4BEA-BC45-099C7D210D36%7D/117935> [viitattu 8.11.2019].

Euroopan komissio. 2018. EU:n strategia muoveista kiertotaloudessa. Komission tiedonanto Euroopan parlamentille, neuvostolle, Euroopan talous- ja sosiaalikomitealle ja alueiden komitealle. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=EN> [viitattu 1.1.2020].

Hellman, I. & Simola, I. 2016. Elintarviketeollisuusliiton ympäristövastuun katsaus 2016. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.etl.fi/media/aineistot/ym-paristovastuun-katsaukset/elintarviketeollisuusliiton-ymparistovastuun-katsaus-2016.pdf> [viitattu 1.1.2020].

Järvelä, E. & Järvelä, P. 2015. Teknisten muovien kierrätys ja uusiokäyttö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7BC3B5E587-A8C5-47FA-80EB-A034FBEC99%7D/119332> [viitattu 10.11.2019].

Jätelaki 17.6.2011/646.

Jäteluokitusopas. 2005. Käsikirjoja 37. Tilastokeskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/isbn\\_952-467-433-5.pdf](https://www.stat.fi/tup/julkaisut/tiedostot/isbn_952-467-433-5.pdf) [viitattu 4.11.2019].

Laitinen, K. 2020. Kierrätysvalmentaja. Suomen Uusiomuovi Oy. Sähköposti 8.1.2020.

Latokartano, M. 2019. Kalan nahka ja puu suojaavat tulevaisuudessa elintarvikkeita. Luonnonvarakeskus. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.11.2019. Saatavissa: <https://www.luke.fi/kalan-nahka-ja-puu-suojaavat-tulevaisuudessa-elintarvikkeita/> [viitattu 7.1.2020].

Lehtonen, S., Wiik, C., Nurmi, V. & Koivuniemi, M. 2015. Loppuraportti: Organisia epäpuhtauksia sisältävien teollisten kalvomuovien pesukokeilu ja kierrätysprosessin kehitys. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.ym.fi/download/noname/%7BA99F72CE-8EB2-4B11-85C6-F26B49B5C578%7D/117910> [viitattu 10.11.2019].

Littner, A. & Frerejean, V. 2015. The technological challenge for mixed plastics recycling. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://polystyreneloop.org/content/8-downloads/presentations/the-technological-challenge-for-mixed-plastics-recycling.pdf> [viitattu 1.1.2020].

Muoviteollisuus ry s.a. Muovien luokitus. WWW-dokumentti. Saatavissa: [https://www.plastics.fi/fin/muovitieta/muovit/muovien\\_luokitus/](https://www.plastics.fi/fin/muovitieta/muovit/muovien_luokitus/) [viitattu 1.1.2020].

Nygren, J. 2019. Suomessa poltetaan päivittäin 800 rekallista jätettä, mutta tämäkään ei riitä – jätelasteja myös Ruotsiin ja Viroon poltettavaksi. Yle Uutiset 25.3.2019. WWW-dokumentti. Päivitetty 25.3.2019. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2019/03/22/sekajatteen-energiapoltto> [viitattu 4.11.2019].

Peltola, S. 2019. Liiketoimintapäällikkö. Lassila & Tikanoja Oyj. Sähköposti 25.11.2019.

Plastics Europe 2018. Muovipakkaus. Luotu suojaksi. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.plastics.fi/document.php/1/75/muovipakkaus\\_luotu\\_suojaksi\\_/593ce8b0302c88065390b3fefa22e71a](https://www.plastics.fi/document.php/1/75/muovipakkaus_luotu_suojaksi_/593ce8b0302c88065390b3fefa22e71a) [viitattu 1.1.2020].

Plastics Europe 2019. Plastics – The Facts 2019. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/1804-plastics-facts-2019> [viitattu 1.1.2020].

Rinta-Homi, S. 2015. Elintarvikealan yrityksen jätehuollon kehittäminen. Tampereen teknillinen yliopisto. Luonnontieteiden tiedekunta. Diplomityö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/23434/Rinta-Homi.pdf?sequence=3&isAllowed=y> [viitattu 30.12.2019].

Suomen Uusiomuovi Oy. 2018. Opas kierrätyskelpoisen muovipakkauksen suunnitteluun. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://www.uusiomuovi.fi/fin/yritykselle/kierratyskelpoinen\\_muovipakkaus/](http://www.uusiomuovi.fi/fin/yritykselle/kierratyskelpoinen_muovipakkaus/) [viitattu 9.1.2020].

Suomen Uusiomuovi Oy. 2019. Käytetyt muovipakkaukset yrityksissä. PDF-dokumentti. Saatavissa: [http://www.uusiomuovi.fi/document.php/1/162/20191031\\_kaytetyt\\_muovipakkaukset\\_yrityksissa/ba475297db9201cd50f3a426f50e7b01](http://www.uusiomuovi.fi/document.php/1/162/20191031_kaytetyt_muovipakkaukset_yrityksissa/ba475297db9201cd50f3a426f50e7b01) [viitattu 5.1.2020].

Suomen virallinen tilasto (SVT). 2019. Jätetilasto [verkkajulkaisu]. ISSN=1789-3339. 2017. Helsinki: Tilastokeskus. WWW-dokumentti. Päivitetty 9.7.2019.

Saatavissa: [https://www.stat.fi/til/jate/2017/jate\\_2017\\_2019-07-09\\_tie\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/jate/2017/jate_2017_2019-07-09_tie_001_fi.html) [viitattu 4.1.2020].

Tariq, S. 2013. Success factors for the adoption of biobased packaging in EU food industry. KTH Industrial Engineering and Management. Stockholm, Sweden. Master of Science Thesis. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://circle-lab.com/sites/default/files/2019-01/08%20Success%20factors%20for%20the%20adoption%20of%20bio-based%20packaging%20in%20EU%20food%20industry.pdf> [viitattu 9.1.2020].

Telaketju s.a. Termit. Etusijajärjestys. Kuvakaappaus yrityksen internetsivuilta. Telaketju s.a. Saatavissa: <https://telaketju.turkuamk.fi/tietopankki/> [viitattu 29.12.2019]

Valtioneuvoston asetus pakkauksista ja pakkausjätteistä 3.7.2014/518.

Wimao s.a. Teknologian toimitus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://wimao.fi/fi/tuotteet-ja-palvelut/teknologia/> [viitattu 8.1.2020].

Muovitiekartta. 2018. Vähennä ja vältä, kierrätä ja korvaa. Muovitiekartta Suomalaiselle. Ympäristöministeriö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://muovitiekartta.fi/> [viitattu 30.12.2019].

Ympäristöministeriö. 2010. Jätehuollon taloudellinen merkitys ja kustannukset. Ympäristöministeriön raportteja 12/2010. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41449/YMra\\_12\\_2010\\_Jatehuollon\\_taloudellinen\\_merkitys\\_ja\\_kustannukset.pdf?sequence=2](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/41449/YMra_12_2010_Jatehuollon_taloudellinen_merkitys_ja_kustannukset.pdf?sequence=2) [viitattu 4.1.2020].

Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527.

## KUVALUETTELO

Kuva 1. Jätteen etusijajärjestys (Telaketju s.a). ....	9
Kuva 2. Jätteiden punnitseminen pumppukärry- ja vientivaa’oilla. ....	20
Kuva 3. Sekajätteeseen päätynyttä suoleen jäänyttä lihavalmistetta tangon kuorimisen jälkeen.....	26
Kuva 4. Kalvomuovijätteen määrä vuodessa tuotanto-osastoilla havainnoinnin perusteella.....	28
Kuva 5. Muun kierrätyskelpoisen muovijätteen määrä vuodessa tuotanto-osastoilla havainnoinnin perusteella. ....	29
Kuva 6. Toimeksiantajan energiajätteen määrän ja sen jätehuoltokustannusten kehittyminen vuosina 2016–2018. ....	31
Kuva 7. Toimeksiantajan sekajätteen määrän ja sen jätehuoltokustannusten kehittyminen vuosina 2016–2018. ....	32

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Toimeksiantajan nykyiset ohjeistukset energia- ja sekajätteen lajittelemiseksi. ....	15
Taulukko 2. Tuotanto-osastolle johtavan sulkutilan energijäteohjeistus. ....	16
Taulukko 3. Eri tuotanto-osastojen havainnointi- ja työskentelyajat. ....	17
Taulukko 4. Vaakojen tarkistuspunnituksista saadut tulokset. ....	19
Taulukko 5. Toimeksiantajan energia- ja sekajätehuollon kustannustekijät vuonna 2018. ....	23
Taulukko 6. Havainnoinnin aikana osastoilla energijätteeseen lajitellun materiaalin kokonaismäärä ja erittely jätejakeittain. ....	25
Taulukko 7. Havainnoinnin aikana osastoilla sekajätteeseen lajitellun materiaalin kokonaismäärä ja erittely jätejakeittain. ....	26
Taulukko 8. Havainnoinnin aikana lihan vastaanotto- ja purkuosastoon lukeutuvien osastojen energijätteeseen lajitellut materiaalit sekä niiden erittely. ....	27
Taulukko 9. Havainnoinnin aikana lihan vastaanotto- ja purkuosastoon lukeutuvien osastojen sekajätteeseen lajitellut materiaalit sekä niiden erittely. ....	27
Taulukko 10. Toimeksiantajan tuotanto-osastolla vuoden aikana muodostuvien energia- ja sekajätteiden määrät havainnoinnin perusteella. ....	28
Taulukko 11. Toimeksiantajan energijätteen tyhjennys- ja jätemaksukustannusten muutokset vuodessa, kun eri jätejakeet lajitellaan. ...	30
Taulukko 12. Toimeksiantajan sekajätteen tyhjennys- ja jätemaksukustannusten muutokset vuodessa, kun eri jätejakeet lajitellaan. ...	30
Taulukko 13. Punnituksissa käytettyjen vaakojen tekniset tiedot. ....	41
Taulukko 14. Materiaali- ja painotietoja opinnäytetyötä varten. ....	42
Taulukko 15. Opinnäytetyön havainnointiin kuuluvien energia- ja sekajätteiden lajittelukriteeristö. ....	43
Taulukko 16. Esimerkki energia- ja sekajätteiden erittelystä havainnoinnin aikana. ....	44



**KÄYTETTYJEN VAAKOJEN TEKNISET TIEDOT**

Taulukko 13. Punnituksissa käytettyjen vaakojen tekniset tiedot.

<b>Vaakamalli</b>	<b>Maksimi (kg)</b>	<b>Minimi (g)</b>	<b>d (g)</b>	<b>Lämpötila-alue (°C)</b>
Mettler Toledo SQC16	3	20	1	-10 – + 40
Mettler Toledo 8140	60	400	20	-10 – + 40
Waagen KPZ 52-18	2 200	N/A	500	-10 – + 40
Waagen KPZ 52-19	2 200	N/A	500	-10 – + 40
AD-4407	1 500	10 000	500	-10 – + 40

## ERILAISIA MATERIAALI- JA PAINOTIETOJA

Taulukko 14. Materiaali- ja painotietoja opinnäytetyötä varten.

[illegible]

## JÄTTEIDEN LAJITTELUKRITEERISTÖ

Opinnäytetyössä tapahtuva jätteiden lajittelu perustuu havainnoijan subjektiiviseen näkemykseen esimerkiksi jätteiden likaisuudesta. Tätä virhetekijää pyrittiin pienentämään luomalla lajittelua yhdenmukaistava kriteeristö.

Taulukko 15. Opinnäytetyön havainnointiin kuuluvien energia- ja sekajätteiden lajittelukriteeristö.

<b>Materiaali</b>	<b>Lajittelu<sup>*)</sup></b>
Kartonki / pahvi: kuiva ja puhdas	Pahvikeräys
Kartonki / pahvi: hieman kostea ja / tai likainen	Pahvikeräys
Kartonki / pahvi: märkä ja / tai likainen	Energiajäte
Kirkas ja kuiva muovi: - PE-pakkaukset ja - kääreet - kiriste- ja kutistekalvot - tyhjät muovipakkaukset ja kääreet	Muovijäte
Kuiva muovi: - verkot - suursäkit - pakkausvanteet - styroksi, vaahtomuovi	Energiajäte
Värillinen ja kuiva muovi	Muovijäte (erillään kirkkaasta muovista)
Kirkas ja värillinen muovi: märkä ja / tai likainen	Sekajäte
PVC-muovi (pieni määrä)	Sekajäte
Työntekijöiden suojavaatetus (ei sis. PVC)	Energiajäte
Elintarvikkejäämiä sis. jäte, muovikansiot, kynät	Sekajäte

<sup>\*)</sup> Lajitteluohjeet koostettu yrityksen toimintapaikkakunnan jätehuollosta vastaavan toimijan sekä Lassila & Tikanojan internetsivuilta

## ESIMERKKIKOOSTE ENERGIA- JA SEKAJÄTTEIDEN KIRJAAMISESTA JA ERITTELYSTÄ

Taulukko 16. Esimerkki energia- ja sekajätteiden erittelystä havainnoinnin aikana.

23.10.	E-jäte (kg)	E-jäte, kalvomuovi (kg)	E-jäte, biojäte (kg)	E-jäte, kartonki/pahvi (kg)	E-jäte, Muu kierrätettävä muovi (kg)	E-jäte, Muu materiaali (kg)
	5,167	5,007	0,020	0,753	0,109	2,659
	2,126	1,591	0,334	1,860	0,116	
	1,673	2,149	0,060	0,940	0,815	
	4,213	0,753		0,940	0,420	
	9,667	4,093		0,120	2,840	
	8,167	8,827			0,180	
	5,167	7,407				
	6,413	5,163				
	3,413	6,413				
	2,413	1,000				
	0,673	2,068				
	0,120	0,523				
	0,540	6,676				
	0,420	6,676				
	2,840	0,540				
	0,180					
	7,667					
	7,667					
	1,593					
	0,933					
<b>Yhteensä</b>	<b>71,052</b>	<b>58,886</b>	<b>0,414</b>	<b>4,613</b>	<b>4,480</b>	<b>2,659</b>
23.10.	Sekajäte (kg)	Sekajäte, kalvomuovi (kg)	Sekajäte, biojäte (kg)	Sekajäte, kartonki/pahvi (kg)	Sekajäte, Muu kierrätettävä muovi (kg)	Sekajäte, Muu materiaali (kg)
	3,764	3,424	0,000	0,000	0,000	0,700
	1,481	1,441				
	1,424	1,104				
	<b>6,669</b>	<b>5,969</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,700</b>